

WPŁYW WYBRANYCH WARUNKÓW ATMOSFERYCZNYCH NA STATECZNOŚĆ ZBOCZY WYROBISK POEKSPLOATACYJNYCH KOPALŃ WĘGLA BRUNATNEGO WYPEŁNIANYCH WODĄ

THE INFLUENCE OF SELECTED WEATHER CONDITIONS ON THE SAFETY OF SLOPES OF POST EXPLOITATION LIGNITE PITS FILLING WITH WATER

Adam Bajcar – „Poltegor Instytut” Instytut Górnictwa Odkrywkowego, Wrocław

W artykule opisano wybrane czynniki atmosferyczne mogące mieć wpływ na stateczność zboczy końcowych wyrobisk poeksploatacyjnych węgla brunatnego podczas wypełniania ich wodą. Scharakteryzowano czynniki takie jak falowanie, wpływ pokrywy lodowej oraz wiatr.

Słowa kluczowe: odkrywkowe wyrobiska poeksploatacyjne, stateczność zboczy, warunki atmosferyczne

The article describes selected atmospheric factors that may affect the stability of the end slopes of lignite post mining pits during their filling with water. The main factors such as waves, the influence of the ice cover and the wind were characterized.

Keywords: post-mining opencast pits, slope stability, weather conditions

Wstęp

Górnictwo węgla brunatnego w Polsce stało się przed nowym problemem, towarzyszącym zamykaniu odkrywek, a wynikającym z ograniczenia i konieczności zaniechania odwadniania wglębnego po zakończeniu wydobycia węgla. Zaprzestanie odwadniania uruchamia szereg procesów, które nie występowały wcześniej. W bezpośrednim otoczeniu wyrobiska poeksploatacyjnego podnosi się ponownie zwierciadło wody gruntowej co zmienia kierunek jej przepływu przez górotwór w wyniku działania wyporu i ciśnienia spływowego. Efektem działania tych czynników jest zmiana naprężeń i warunków stateczności zboczy, co w rezultacie może powodować zwiększone deformacje w bezpośrednim otoczeniu wyrobiska.

Oprócz wyżej wymienionych czynników występują również siły, działające na zbocza wyrobiska poeksploatacyjnego wypełnianego wodą, pochodzące częściowo od czynników naturalnych, zależne od warunków atmosferycznych, takie jak np.

- fale,
- pokrywy lodowe,
- wiatr.

Wpływ przemarzania na stateczność zboczy

W skarpach zbudowanych z gruntów wysadzinowych, do których istnieje dopływ wody, możliwe jest powstanie

soczewek lodu w korpusie skarpy. Spowodowane przez nie zwiększenie wilgotności gruntów budujących skarpy w czasie odwilży wpływa na zmniejszenie wartości tarcia wewnętrznego, a co za tym idzie zmniejszenie współczynnika bezpieczeństwa, co może doprowadzić do upłynięcia skarpy.

Najlepszą metodą zapobiegania wyżej wymienionemu zjawisku jest osuszenie skarpy, co w warunkach wypełniania wyrobiska poeksploatacyjnego wodą jest stosunkowo trudne ze względów technologicznych. Można jednak obniżyć położenie zwierciadła wód podziemnych, a tym samym zasięgu przemarzania, za pomocą systemów odwadniających. Należy jednak zaznaczyć, że większość projektowanych zboczy końcowych charakteryzuje się znacznym zapasem współczynnika bezpieczeństwa i nie ma potrzeby dodatkowego uwzględniania tego zjawiska w obliczeniach.

Wpływ pokrywy lodowej na zbocza wyrobiska poeksploatacyjnego

Pokrywa lodowa wywiera następujące rodzaje sił na zbocza wyrobiska wypełnionego wodą:

- siły poziome – spowodowane działaniem wiatru na pokrywę lodową,
- siły pionowe – spowodowane przymarzeniem pokrywy lodowej do zbocza zbiornika końcowego.

W warunkach zbiornika końcowego można pominąć możliwość dodatkowego obciążenia zbocza przez spiętrzenie i wpełzanie pokrywy lodowej na zbocze. Zbiorniki końcowe można porównać do jezior, na których problem wypełniania pokrywy lodowej na brzeg nie występuje.

Według Heuckla [1] napór pokrywy lodowej na brzegi zbiornika spowodowany parciem wiatru można wyrazić następującymi wzorami:

- a) w przypadku, gdy długość pokrywy lodowej w kierunku jej ruchu jest mniejsza niż 1200 m:

$$P_n = pB = \left(0,3 + \frac{L_L}{1000}\right)v^2B \quad (1)$$

gdzie:

B – szerokość pokrywy lodowej mierzona prostopadle do kierunku ruchu,
v – średnia prędkość wiatru,
p – ciśnienie pokrywy lodowej [1000 kG/m].

- b) w przypadku, gdy długość pokrywy lodowej w kierunku jej ruchu jest większa niż 1200 m:

$$P_n = pB = \left(3 - \frac{1800}{L_L}\right)v^2B \quad (2)$$

W przypadku wyrobisk poeksploatacyjnych zagłębienia konińskiego, pokrywa lodowa powoduje niewielkie oddziaływanie na zbocze, które można pominąć podczas analizy stateczności. Dla projektowanych zbiorników końcowych o dużej powierzchni (Bełchatów, Szczerców) oddziaływanie te powinny zostać uwzględnione podczas prac projektowych.

Erozyjne skutki falowania

Z ruchem falowym związany jest ruch cząsteczek wody po orbitach, któremu towarzyszy ruch postępowy, objawiający się w postaci prądów falowych [1].

Oba ruchy wody przy falowaniu wywierają erozyjny

wpływ na dno i skarpy zbiornika końcowego. Prędkości wody przy falach płytkowodnych, które występują na zbiornikach poeksploatacyjnych, mogą osiągnąć wartości przekraczające prędkości graniczne, przy których następuje rozmycie gruntów. Wspomniany wcześniej oscylacyjny charakter fal nie powoduje przemieszczenia gruntu budującego zbocze, lecz jego erozję w strefie kontaktu woda - zbocze. Zjawisko to jest niebezpieczne, gdy erozja brzegu zbocza sięgnie na tyle głęboko, że naruszy warunki równowagi panujące w gruncie budującym zbocze.

Wartości prędkości granicznych są wyznaczane doświadczalnie. Badania wykazały, że grunty świeżo usypane i luźne tym łatwiej ulegają rozmyciu, im z mniejszych są zbudowane ziaren.

W przypadku gruntów zagęszczonych (zleżałych) zależność ta jest odwrotna. Rozmycie jest tym trudniejsze, im drobniejszy jest materiał budujący grunt.

Siły wywierane przez fale na zbocza wyrobisk końcowych

Siły wywierane przez fale są, w niewielkim stopniu, zależne od gruntów budujących zbocze. Większy wpływ ma nachylenie zbocza wyrobiska poddanego działaniu fal, głębokość zbiornika końcowego oraz parametry fal. Metody wyznaczania sił działających przez fale na zbocza wyrobiska końcowego oparte są przede wszystkim na teoriach energetycznych oraz hydrodynamicznych. Sposoby wyznaczenia tych sił podaje między innymi Drogosz – Wawrzyniak L. [2] i Saville T. [3].

Kolejnym czynnikiem wpływającym na stateczność zbocza, a pochodzącym od falowania, jest powiększenie wartości wyporu wody. Na zbocza oprócz wyporu hydrostatycznego działa dodatkowo, tymczasowy wypór hydrodynamiczny spowodowany przez wahanie się powierzchni wody w bezpośrednim styku ze zboczem. W pracach m. in. Boczar – Karakiewicz B. [4] opisany jest sposób wyznaczenia wyporu hydrodynamicznego spowodowanego falowaniem.



Rys. 1. Erozyjne skutki falowania
Fig. 1. Erosive effects of waves

Podsumowanie

Wyżej opisane czynniki atmosferyczne wpływają w ograniczony sposób na stateczność zboczy w wyrobiskach poeksploatacyjnych z powodu stosunkowo niewielkich rozmiarów obecnie rekultywowanych wyrobisk poeksploatacyjnych kopalń węgla brunatnego w kierunku wodnym. Wśród nich wyjątkiem jest falowanie, którego wpływ jest brany pod uwagę podczas procesów projektowych [5]. Istotnym jest natomiast fakt, że wpływ falowania jak i występującej zimą pokrywy lodowej na zbocza jest tym większy, im większa jest powierzchnia wyrobiska poeksploatacyjnego. Istotnym zatem jest fakt wzięcia pod uwagę opisanych w artykule czynników podczas planowania wypełniania wodą wyrobisk o dużej koncentracji wydobywania takich jak Bełchatów i Szczerców.

Praca naukowa opublikowana w ramach projektu międzynarodowego współfinansowanego ze środków programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pn. „PMW” w latach 2019-2022; umowa nr 5030/FBWiS/2019/2.

This project has received funding from the Research Fund for Coal and Steel under grant agreement No 847299.

Projekt otrzymał finansowanie z Funduszu Badawczego Węgla i Stali, umowa nr 847299.

Literatura

- [1] Hueckel S., *Budowle morskie*, Wydawnictwo Morskie, Gdańsk 1972
- [2] Drogosz - Wawrzyniak L., *Obliczanie wysokości nabiegania fali na skarpy i granice ich umacniania*, *Archiwum Hydrotechniki* z. IV, 1985
- [3] Saville T., *Wale run up on shore structure*, ASCE nr WW2, 1956
- [4] Boczar - Karakiewicz B., *Wstępna weryfikacja doświadczalna teoretycznej metody obliczania ciśnień hydrodynamicznych spowodowanych działaniem fali na poziomie elementu przegród ażurowych*, *Archiwum Hydrotechniki* t.XIV z. IV, 1965
- [5] Praca zbiorowa: Poltegor – Projekt, *Koncepcja zagospodarowania wyrobiska poeksploatacyjnego O/Pątnów-aneks*, Wrocław, 1998

