ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ

Seria: GÓRNICTWO z. 54 Nr kol. 355

Doc. dr Stanisław Janiczek

ZWAŁY KOPALNICTWA WĘGLOWEGO JAKO NATURALNE ŹRÓDŁO ZAGROŻENIA KOROZYJNEGO

Streszczenie. Zwały kopalnictwa węglowego zawierają łatwo rozpuszczalne w wodzie sole mineralne w ilości do około 2% wag. materiału zwałowego. Głównym składnikiem tych soli jest siarczan wapnia. Okresowe atmosferyczne opady lub cieki przepływające przez zwały wymywają te sole i przenoszą na tereny okoliczne (grunty, gleby) - zasalając je. Może to być przyczyną wywoływania zjawiska korozji względem obiektów, elementów, konstrukcji i urządzeń zbudowanych z tworzyw metalicznych oraz spoiwowych (zaprawy, betony, żelbetony) posadowionych w pobliżu zwałów.

1. Wstęp

Problem korozji materiałów stosowanych w budownictwie nad- i podziemnym przemysłu górniczego, mimo stałego i dużego postępu w sensie rozpoznania naturalnego środowiska agresywnego, doboru odpowiednich materiałów i tworzyw oraz środków ochrony antykorozyjnej, jest jednak nadal otwarty. Jednym z czynników warunkujących postęp w dziedzinie ochrony obiektów, elementów i urządzeń, zbudowanych z różnych materiałów i tworzyw, jest stałe rozpoznawania źródła naturalnego zagrożenia korozyjnego. Z reguły za takie uważa się atmosferę, hydrosferę, grunty i skały. W okręgach wielkoprzemysłowych, szczególnie o charakterze górniczo-hutniczym, występują uciążliwe z wielu względów zwały (hałdy). Jest to dodatkowy element naturalnego środowiska wynikający z przemysłowej działalności człowieka. Na terenie Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego (GOP) występuje 400 zwałów zajmujących powierzchnię około 16 km^2, przy czym najliczniejszą grupę stanowią zwały kopalnictwa węglowego w liczbie 340 zalegających na powierzchni 13 km^2 [1]. Obiekty te były przedmiotem badań odnośnie możliwości ich biologicznego zagospodarowania [2]. W trakcie dalszych badań zwrócono uwagę, że niektóre właściwości materiału zwałowego (hałd), a w szczególności duże zasolenie może stwarzać zagrożenie korozyjne dla obiektów i urządzeń znajdujących się w pobliżu zwałów [3]. Niniejsze opracowanie przedstawia to zagadnienie w oparciu o materiały badawcze z lat ubiegłych, jakie zebrano w Katedrze Gruntoznawstwa AGH, w ramach prac nad biologicznym zagospodarowaniem nieużytków poprzemysłowych.

2. Zasolenie zwałów kopalnictwa węglowego

Zwały kopalnictwa węglowego na terenie GOP-u zbudowane są z łupków, iłołupków i piaskowców karbońskich z przerostami węgla, a także w niektórych przypadkach przemieszane są z żużlem paleniskowym.

Stwierdzono, że zwały te zawierają rozpuszczalne w wodzie sole mineralne różnego rodzaju w różnych ilościach [2, 3, 4]. Obecność tych soli w materiale zwałowym przypisuje się następującym czynnikom [3]:

- obecności z natury rozpuszczalnych w wodzie soli mineralnych w skałach płonych towarzyszących pokładom węgla,
- współdziałaniu czynników atmosferycznych, hydrosferycznych i biosferycznych,
- termicznemu procesowi przepalania się materiału zwałowego,
- działalności przemysłu (gazy, pyły, odpadki materiałowe i inne).

Dowodem naturalnej obecności w materiale zwałowym soli rozpuszczalnych w wodzie są wyniki analizy niektórych skał karbońskich (tablica 1).

Tablica 1

Skład jonów rozpuszczalnych w wodzie soli ze skał karbońskich 4

Jon	mg/100 g skały	
	łupek pyłowy	piasek drobnoziarnisty
Ca^{2+}	287,19	28,72
Mg^{2+}	23,10	17,51
$K^{+} + Na^{+}$	0,00	35,50
CO_3^{2-}	15,60	13,20
Cl^{-}	12,45	9,66
SO_4^{2-}	736,46	168,10
PO_4^{3-}	0,05	0,03
zasolenie	1074,93	270,82

Stwierdzono, że zasolenie zwałów nie jest równomierne i zmienia się w zależności od rodzaju zwału (nieprzepalony, przepalony, termicznie czynny), a także lokalnie w samym zwale w zależności od wystawy i na różnych głębokościach [3, 4]. Jest ono również zależne od czynników biologicznych (roślinność). Wysokość zasolenia i rodzaj ważniejszych soli pokazano na przykładzie czterech zwałów reprezentujących zasadnicze grupy hałd występujących na terenie GOP-u (tablica 2).

Tablica 2

Zawartość rozpuszczalnych w wodzie soli mineralnych w niektórych zwałach kopalnictwa węglowego [4]

Hałda	Zawartość		Zawartość ważniejszych soli		
	mg/100g	% wag.	rodzaj	mg/100	% wag.
Zwał nieprzepalony kop. "Czerwona Gwardia" w Czeladzi	706-1410	0,7-1,4	$CaSo_4$ $MgSO_4$	245-1068	0,25-1,07
Zwał w zanikającej czynności termicznej kop. "Gliwice"	519-1681	0,52-1,68	$CaSO_4$ $MgSO_4$ Na_2SO_4	200-1140 38-360 27-340	0,20-1,14 0,04-0,40 0,03-0,34
Zwał przepalony kop. "Dymitrow" w Bytomiu	615-1424	0,6 -1,4	$CaSO_4$	20-1324	0,02-1,32
Zwał mieszany węglowo żużlowy kop. "Zabrze"	167-328	0,16-0,32	$CaSO_4$	12-48	0,01-0,05

Z przeprowadzonych badań wynika, że w zwałach kopalnictwa węglowego występują różnego rodzaju sole jak: $CaSO_4$, $MgSO_4$, $CaCl_2$, $FeSO_4$, NaCl, KCl, Na_2SO_4, $MnSO_4$, $Al_2(SO_4)_3$, a także inne. Zasolenie waha się w granicach od kilkudziesiętnych do około dwóch procent, przy czym za sól główną w zwałach nieprzepalonych i przepalonych należy uznać siarczan wapnia.

W okresie czynności termicznej zwału zaobserwowano szczególnie intensywne występowanie soli. Taki przypadek stwierdzono we wschodniej części zwału kopalni Gliwice, którego część lokalnie wykazywała wewnętrzną czynność termiczną [4].

Zasolenie termiczne czynnej części zwału kop. Gliwice wynosiło od 9-67% wag. materiału zwałowego, a głównymi składnikami są siarczan glinowy którego udział procentowy wynosi od 4,8-44,01% wag. oraz siarczan sodu w ilości od 3,48-22,05% wag. materiału zwałowego. To bardzo wysokie zasolenie jak i skład jakościowy (siarczany glinu, sodu) wskazują na przemiany minerałów ilastych w czasie procesu termicznego na sole prostsze.

Opady atmosferyczne i ewentualne cieki wodne przechodzące przez zwały wymywają sole i przenoszą na tereny okoliczne (grunty, gleby), zasalając je. Dowodem tego jest skład zanieczyszczeń wody z cieku płynącego u podnóża zwału kopalni Gliwice, którego wody kierują się na pobliskie tereny glebowe i gruntowe (tablica 4).

Ze składu jonowego zanieczyszczeń cieku u podnóża zwału kopalni Gliwice wynika, że głównymi solami są siarczany i chlorki potasowców oraz wapniowców. Zasolenie cieku wskazuje, że każdy litr wody niesie w okoliczny teren ponad 13 g wymienionych soli.

Tablica 3

Zawartość rozpuszczalnych w wodzie soli mineralnych we wschodniej części zwału Kopalni Gliwice o wewnętrznej czynności termicznej (odkrywka nr 8)

Rodzaj soli	Zawartość soli w 100 g materiału zwałowego na głębok.					
	0 - 15 cm		15 - 55 cm		55 - 80 cm	
	mg	%	mg	%	mg	%
$MgSO_4$	14,44	0,15	190,8	0,29	34,91	0,05
$CaSO_4$	179,70	1,92	412,5	0,63	176,30	0,26
$FeSO_4$	568,86	6,09	751,14	1,16	802,79	1,19
$Al_2(SO_4)_3$	4801,65	51,42	40,959,18	63,03	44016,59	65,54
$MnSO_4$	47,56	0,51	169,12	0,26	205,36	0,31
K_2SO_4	64,47	0,69	43,56	0,07	47,04	0,07
Na_2SO_4	3489,23	37,36	22048,87	33,93	21499,17	32,02
NaCl	172,02	1,86	406,84	0,63	3376,44	0,56
$NaNO_3$	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na_3PO_4	0,05	0,00	0,82	0,00	0,44	0,00
Suma	9339,18	100,00	64982,83	100,00	67159,04	100,00

Tablica 4

Skład zanieczyszczeń wody z cieku u podnóża zwału Kopalni "Gliwice" [4]

Nr próbki wody z cieku	Kationy w mg/l wody					
	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Mn^{2+}	Fe^{2+}
1	133	3287	527	451	0,33	0,12
2	113	3771	650	296	0,11	0,08
3	111	3629	675	330	0,11	0,10
4	90	3825	418	224	0,44	0,45
	Aniony w mg/l wody					
	HCO^{-3}	CL^-		SO_4^{2-}	NO_3^-	PO_4^{3-}
1	509	4404		3714	2,5	0,0
2	424	5255		3298	2,5	0,0
3	180	5318		3298	3,0	0,0
4	320	5654		2081	3,5	0,03
	Zasolenie w mg/l wody					
1					13027	
2					13809	
3					13544	
4					12616	

3. Zasolenie zwałów jako czynnik zagrożenia korozyjnego

Badania wykazały, że wynoszone na powierzchnię skały karbońskie towarzyszące pokładom węgla są z natury już zasolone, a głównym składnikiem jest siarczan wapnia (tablica 1). Utworzone ze skał karbońskich zwały podlegają procesom wietrzenia, które to są czynnikiem powodującym tworzenie się prostych soli łatwo rozpuszczalnych w wodzie. Dalszym czynnikiem wywołującym proces zasolania zwałów jest zjawisko czynności termicznej, w trakcie którego wytwarza się znacznie więcej soli, aniżeli w czasie procesów wietrzenia (tablica 3). Nadmiernemu procesowi zasalania zwałów przeciwdziałają naturalne zjawiska eluacji. Szczególne nasilenie zjawiska wymywania soli ze zwałów mają miejsce w okresie wiosennym (topniejące śniegi i deszcze) oraz w jesiennym (deszcze). Przyczyniają się do tego również w niektórych przypadkach cieki przepływające przez zwały (tablica 4). Wymywane ze zwałów sole są transportowane przez wody opadowe lub cieki na przyległe tereny, zasalając je.

Jednym z czynników wywołujących zjawisko korozji tworzyw metalicznych zapraw, betonów, są wody i grunty zawierające ponadnormatywne ilości soli. Zasolone zwały, tereny w pobliżu zwałów i cieki stanowią środowisko elektrolityczne, a w tych warunkach wszelkiego rodzaju niewłaściwie chronione i konserwowane konstrukcje i urządzenia z tworzyw metalicznych będą ulegały szybkiemu korodowaniu. Podobnie należy się liczyć w takich warunkach z możliwością agresji względem obiektów i elementów wytworzonych na bazie spoiw cementowych, a szczególnie na bazie cementu portlandzkiego. Normy ograniczają zawartość jonów siarczanowych w wodach do 250 mg/l, a w gruntach do 0,3% wag (w odniesieniu do betonów). W przypadku zwałów kopalnictwa węglowego i pobliskich terenów, normy te są przekraczane, a ponieważ solą główną jest zazwyczaj siarczan wapnia, wobec tego należy liczyć się z możliwością korozji siarczanowej względem betonów (sól Candlota). Konstrukcje żelbetonowe narażone są zarówno na agresję siarczanową (część spoiwowa konstrukcji) oraz na elektrochemiczną korozję szkieletu metalicznego.

4. Wnioski końcowe

Zwały kopalnictwa węglowego można uznać za naturalne środowisko oddziaływujące na pobliskie tereny w sensie zasolenia. Wynika stąd możliwość wywoływania groźnego w skutkach zjawiska korozji względem obiektów, elementów konstrukcji i urządzeń zbudowanych z tworzyw metalicznych oraz spoiwowych (zaprawy, betony, żelbetony).

5. LITERATURA

1. Skawina T., Rekultywacja hałd oraz gleb dotkniętych wpływami szkód górniczych i przemysłowych. Biul. GOP PAN nr 65, 33(1962).
2. Skawina T., Janiczek S., Greszta J., Wyniki badań nad rozwojem gleb na hałdach kopalnianych. Biul. GOP PAN nr 1,162(1956).
3. Janiczek S., Problem rozpuszczalnych soli mineralnych w zwałach kopalnictwa węglowego. Biul. GOP PAN nr 12, 87(1957).
4. Janiczek S., Chemiczno-gleboznawcza charakterystyka zwałów kopalnictwa węglowego. Biul. GOP PAN nr 46,8(1962).

ОТВАЛЫ УГОЛЬНЫХ ШАХТ КАК ЕСТЕСТВЕННЫЙ ИСТОЧНИК КОРРОЗИОННОЙ ОПАСНОСТИ

Р е з ю м е

Горные отвалы угольных шахт содержат минеральные легко растворяемые в воде соли в количестве 2% по отношению к материалу горных отвалов.

Основной солью обычно является сульфид кальция. Периодические атмосферные осадки а также водотоки вымывают эти соли и переносят в расположенные вблизи территории.

Сверхнормативная за·оленность горных отвалов и близко расположенных территорий может быть причиной корродирования объектов и оборудования построенных из металлических и вяжущих материалов, (из вяжущих веществ).

THE DUMPS IN COAL MINING AS NATURAL SOURCE THE DANGER OF CORROSION

S u m m a r y

The dumps in coal mining contain mineral salts which are easily soluble in water at an ameunt of 2% in relation to the dumping material. The main salt to be encountered is usually calcium sulphate. The seasenal atmospheric precipitations as well as water-courses wash away these salts transferring them to the neighbouring area. The excessive slinity of dumps and the adjoining area may give rise to the corrosion of structures and apparatus consisting of metals or filler metals.