

WPŁYW DODATKU POPIOŁÓW Z KOTŁÓW FLUIDALNYCH NA WŁAŚCIWOŚCI OCHRONNE BETONU

Katarzyna DOMAGAŁA, Adam ZYBURA
Politechnika Śląska, Gliwice

1. Wprowadzenie

W zmodernizowanych elektrowniach spalanie węgla odbywa się w kotłach fluidalnych, z których popiół jest odpadem gromadzonym na wysypiskach. Zamierzając zastosować ten popiół jako dodatek do betonów konstrukcyjnych, w kilku ośrodkach naukowych, podjęto badania cech materiałowych. Autorzy prowadzili badania trwałości składające się z określenia właściwości ochronnych betonu względem zbrojenia oraz postępu korozji zbrojenia pod wpływem czynników agresywnych. W niniejszym opracowaniu przedstawiono badania właściwości ochronnych.

2. Zakres i metoda badań

Badania przeprowadzono na stali zbrojeniowej gatunku BSt 500S [1] modelując ochronne oddziaływanie betonu roztworami wodnymi. Do wykonania roztworów modelowych, które odzwierciedlały warunki występujące w betonie nie poddawany agresywnym wpływom środowiska, zastosowano metodę zateżnienia próżniowego [2].

Pomiary wykonano w pięciu seriach, przy czym każda seria pomiarowa składała się z trzech zateżnionych roztworów modelowych oraz trzech niezależnie wykonanych próbek stali zbrojeniowej. Poszczególne serie próbek wykonano z mieszanek betonowych utworzonych według odmiennych receptur. Beton oznaczono symbolami:

- A0 – referencyjny bez dodatku popiołu,
- A15K – z 15% zawartością popiołu z węgla kamiennego elektrowni Katowice,
- A15T – z 15% zawartością popiołu z węgla brunatnego elektrowni Turów,
- A30K – z 30% zawartością popiołu z węgla kamiennego elektrowni Katowice,
- A30T – z 30% zawartością popiołu z węgla brunatnego elektrowni Turów.

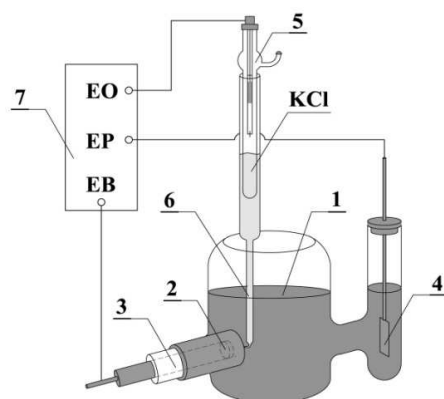
Wszystkie betony wykonano na kruszywie naturalnym – piasku rzeczonym o uziarnieniu 0-2 mm i żwirze o uziarnieniu 2-8 mm oraz cementie o wysokiej wytrzymałości wczesnej. Do przygotowania mieszanek betonowych zastosowano ponadto domieszki uplastyczniające BASF Liquol BV18 i BASF Glenium SKY591 [3]. Skład poszczególnych mieszanek przedstawiono w tablicy 1.

Badania elektrochemiczne wykonano metodą polaryzacyjną w układzie trójelektrodowym według schematu przedstawionego na rys. 1. Próbkę stali zbrojeniowej umieszczano w naczyniu elektrochemicznym wraz z elektrodami (pomocniczą i odniesienia), a po

ustaleniu się wartości potencjału stacjonarnego rozpoczynało polaryzację, zmieniając wartość potencjału z szybkością 0,25 mV/s.

Tablica 1. Skład mieszanek betonowych oraz wytrzymałość betonów po upływie 28 dni.

Beton	Wytrzymałość na ściskanie [MPa]	Wskaźnik w/s	Składniki [kg/m ³]						
			Cement	Popiół	Woda	Kruszywo	BV18	SKY591	
A0	41,2	0,55	CEM I 42,5R 320	–	176	1865	2,9	1,0	
A15	32,8	0,55	CEM I 32,5R 272	48	176	1857	2,9	1,8	
A15	39,5	0,55	CEM I 32,5R 272	48	176	1854	2,9	2,9	
A30	41,5	0,55	CEM I 32,5R 224	96	176	1847	2,9	2,9	
A30	48,2	0,55	CEM I 32,5R 224	96	176	1843	2,9	4,8	



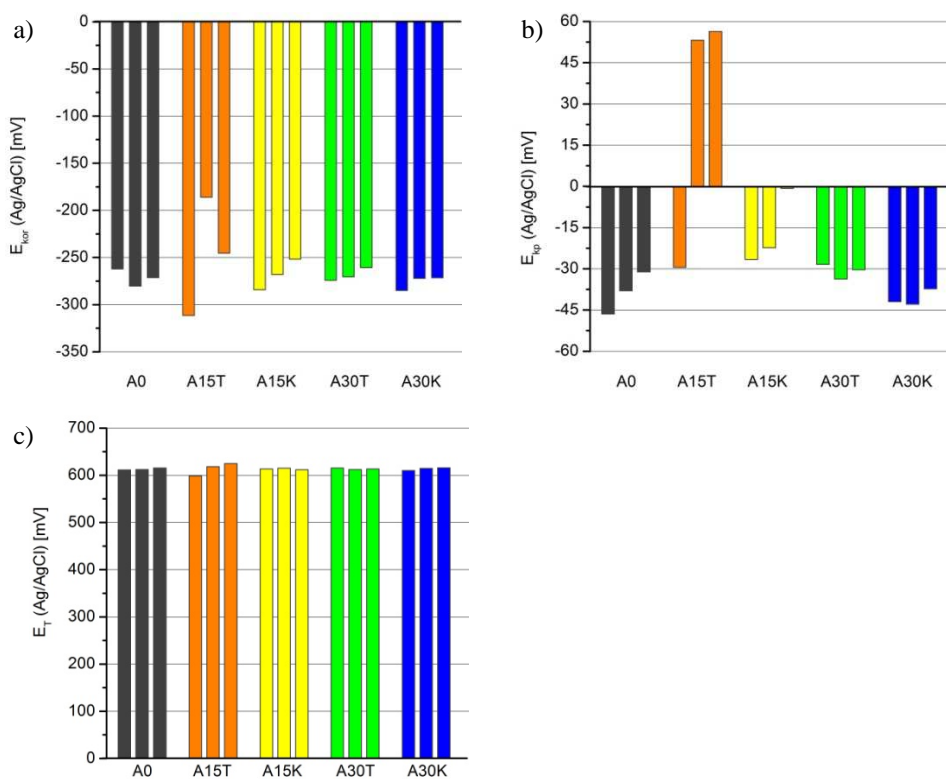
Rys. 1. Schemat stanowiska do badań właściwości ochronnych modelowej cieczy porowej: 1 – modelowy roztwór porowy, 2 – próbka stali zbrojeniowej (elektroda badana), 3 – uchwyt, 4 – elektroda pomocnicza w postaci platynowanej płytki tytanowej, 5 – chlorosrebrowa elektroda odniesienia, 6 – kapilara Luginy, 7 – potencjostat.

Fig. 1. Scheme of apparatus for research on the protective properties of model pore liquid: 1 – model pore solution, 2 – steel sample (working electrode), 3 – holder, 4 – auxiliary electrode in the form of a platinum-covered titanic plate, 5 – reference silver-silver chloride electrode, 6 – Lugin's capillary, 7 – potentiostat.

3. Wyniki badań oraz ich analiza

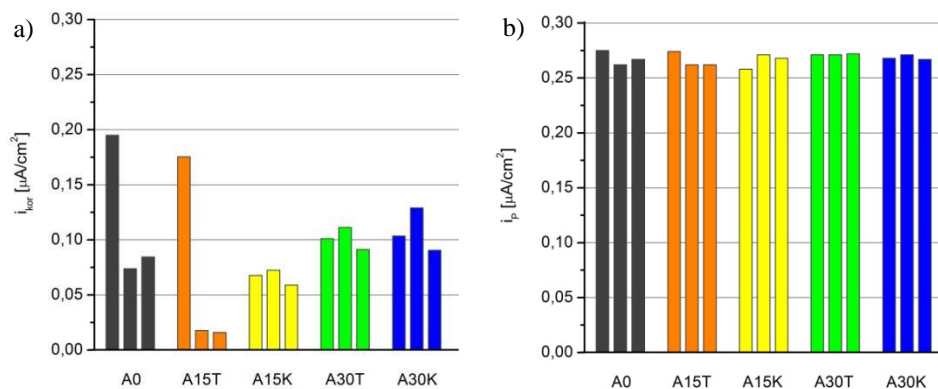
Z każdego pomiaru otrzymano krzywą polaryzacji anodowej i katodowej. Z analizy uzyskanych krzywych, zgodnie z zasadami zawartymi w [4], wyznaczono podstawowe parametry procesu elektrochemicznego. Graficzne zestawienie uzyskanych w poszczególnych roztworach modelowych wartości potencjałów zamieszczono na rys. 2, natomiast wartości gęstości prądu na rys. 3.

Parametry charakteryzujące proces korozji stali zbrojeniowej uzyskane w roztworach modelowych z betonów z dodatkiem popiołów z kotłów fluidalnych porównano z wartościami określonymi w trakcie pomiarów potencjodynamicznych w roztworach z betonu referencyjnego (A0) – kierując się zaleceniami normy [5]. Ponadto wszystkie wyznaczone wartości porównano z wielkościami granicznymi zawartymi w [6].



Rys. 2. Wartości potencjałów uzyskane w modelowych roztworach z betonów: a) potencjał korozyjny, b) potencjał krytyczny pasywacji, c) potencjał transpasywacji.

Fig. 2. Potential values obtained from model solutions with concretes: a) corrosion potential, b) critical passivation potential, c) transpassivation potential.



Rys. 3. Wartości gęstości prądu uzyskane w modelowych roztworach z betonów: a) gęstość prądu korozyjnego, b) gęstość prądu pasywacji.

Fig. 3. Current density values obtained from model solutions with concretes: a) corrosion current density, b) passivation current density.

Analiza ta pozwoliła stwierdzić, że beton zawierający dodatek 15% i 30% popiołów, zarówno z elektrowni Katowice jak i elektrowni Turów, w stosunku do masy cementu prawidłowo zabezpiecza wkładki zbrojeniowe przed korozją, nie pogarszając właściwości ochronnych betonu w stosunku do stali.

Oznaczenia symboli

- i_{kor} – gęstość prądu korozyjnego, corrosion current density, [$\mu\text{A}/\text{cm}^2$],
 i_p – gęstość prądu pasywacji, passivation current density, [$\mu\text{A}/\text{cm}^2$],
 E_{kor} – potencjał korozyjny, corrosion potential, [mV],
 E_{kp} – potencjał krytyczny pasywacji, critical passivation potential, [mV],
 E_T – potencjał transpasywacji, transpassivation potential, [mV],

Literatura

- [1] DIN 488-1: 2006 – Reinforcing steels: Grades, properties, marking.
- [2] Wieczorek G.: Wpływ chlorków na korozję stali zbrojeniowej w betonie, seria: Monografie, Warszawa, 1993.
- [3] www.basf-admixtures.pl – strona producenta.
- [4] Juchniewicz R. pod redakcją: Ćwiczenia laboratoryjne z korozji i ochrony metali, Gdańsk, 1974.
- [5] PN-EN 480-14: 2008 – Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań. Część 14: Oznaczanie podatności korozyjnej stali zbrojeniowej w betonie za pomocą potencjostatycznego badania elektrochemicznego.
- [6] Wieczorek G.: Korozja zbrojenia inicjowana przez chlorki lub karbonatyzację otuliny, Wrocław, 2002.

Artykuł opracowano w ramach Projektu Badawczo-Rozwojowego Nr R04 013 01 „Betony na cementach z popiołem lotnym z kotłów fluidalnych”.

INFLUENCE OF ASH FROM COAL COMBUSTION IN A FLUIDIZED BED ADDITION ON THE PROTECTIVE PROPERTIES OF CONCRETE

Summary

In comparing the results achieved in concentrated water extracts from concretes modified with ash additives and from the reference concrete, and also taking into account the additional criteria, which engaging delimiting values of electrochemical parameters can infer, the use of ashes from hard coal combustion in fluidized beds as a cement replacement material did not worsen the protective properties of concrete. Concrete containing 15% and 30% of analysed ashes from power plant Katowice and Turów in relation to the mass of cement protects steel bars against corrosion correctly.