

AGH

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

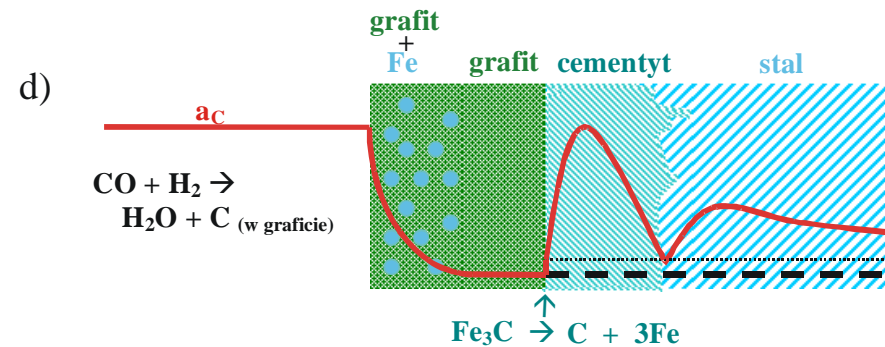
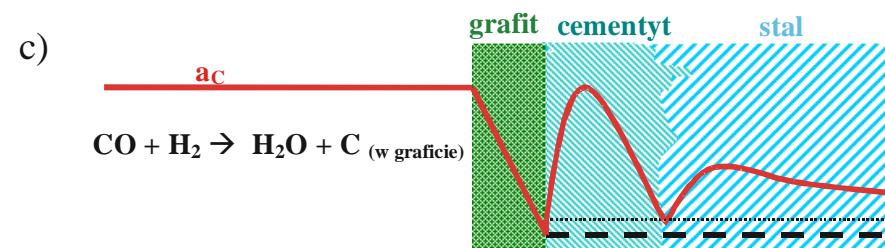
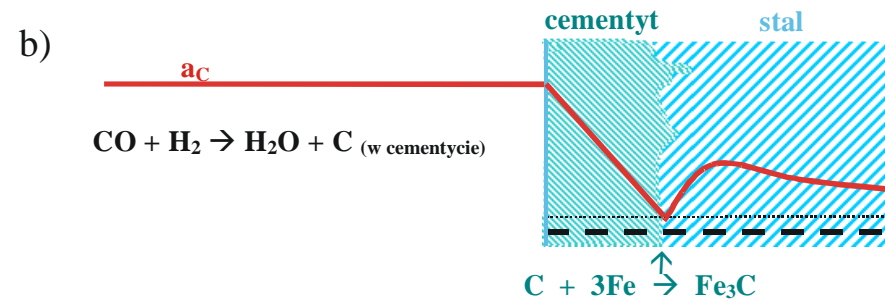
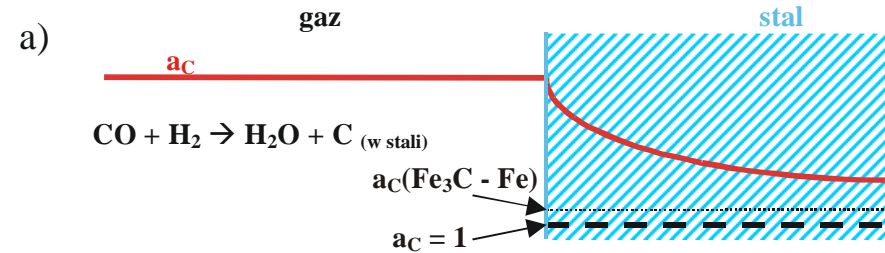
KOROZJA KATASTROFALNA W ATMOSFERACH NAWĘGLAJĄCYCH

<http://home.agh.edu.pl/~grzesik>

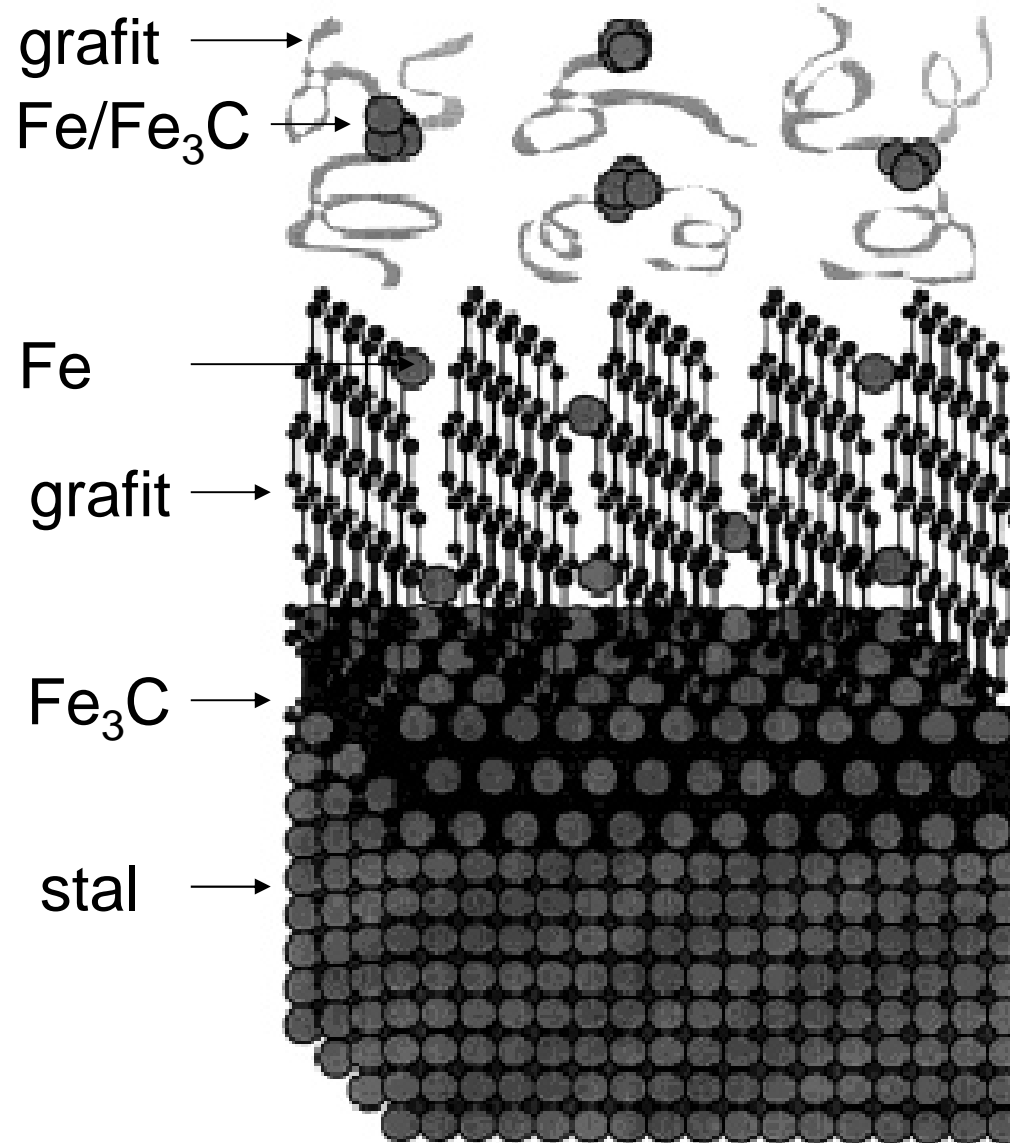
Mechanizm korozji typu *metal dusting* żelaza i stali niskostopowych

1. H.J. Grabke: Mat. Corr. Vol. **49**, 303 (1998).
2. H.J. Grabke, E.M. Müller-Lorenz, B. Eltester, M. Lucas: Mat. High Temp., **17**, 339 (2000).
3. Wei Gao and Zhengwei Li "Developments in high-temperature corrosion and protection of metals", Ed, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, 2008.
4. R. Cottis, M. Graham, R. Lindsay, S. Lyon, J. Richardson, J. Scantlebury, F. Stott, „Basic Concepts, High Temperature Corrosion, tom I” w „Shreir’s Corrosion”, Elsevier, Amsterdam, 2010.

Mechanizm korozji typu *metal dusting* żelaza i stali niskostopowych



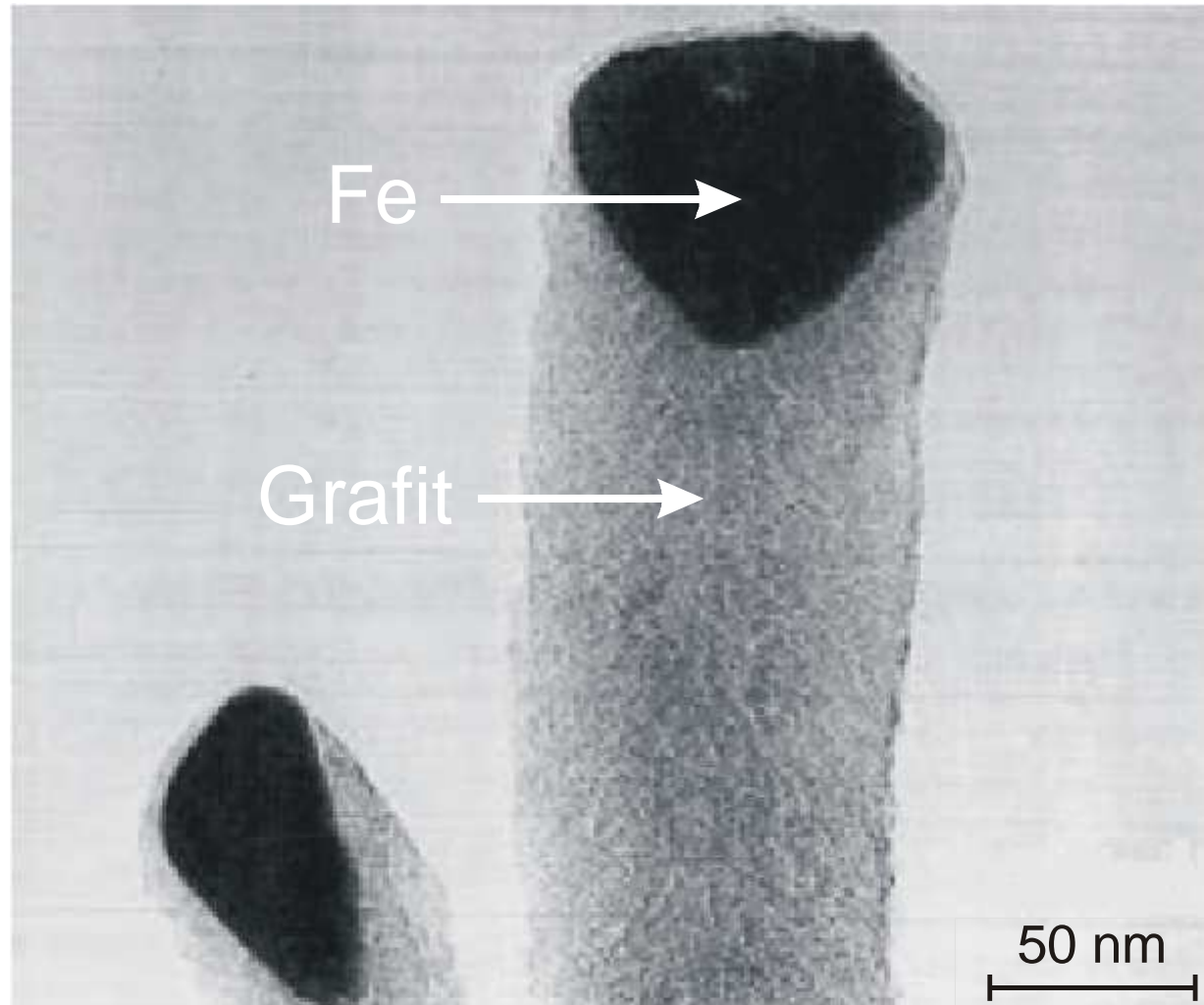
Schematyczny diagram procesu korozji typu *metal dusting*



Obraz nanostrukturalnego pyłu powstającego w procesie korozji typu *metal dusting* stali niskostopowej
($T = 650\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t = 3\text{ godz.}$)



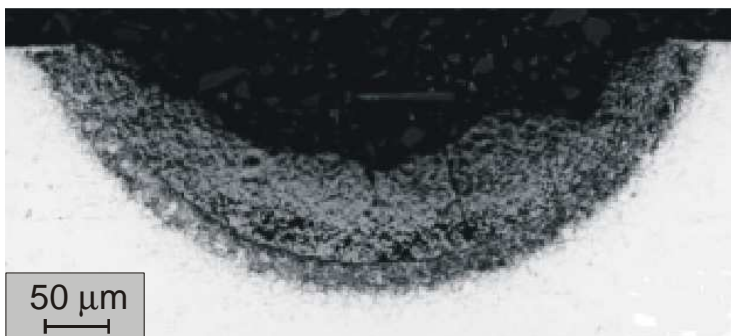
Obraz włókna grafitowego z nanocząstką żelaza, powstałego podczas korozji typu *metal dusting* stali austenitycznej (25%Cr-32%Ni) w 800 °C po 4 godz.



Typowe zniszczenia korozyjne

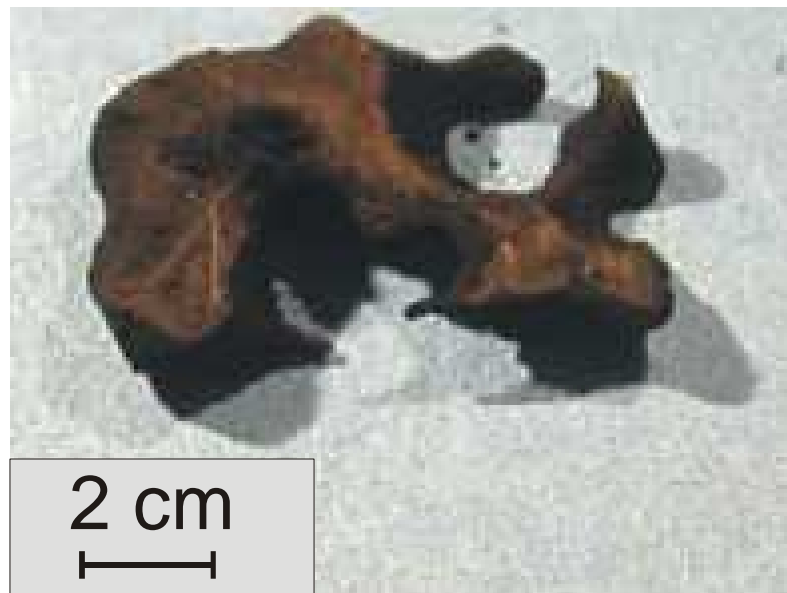


stal niskostopowa

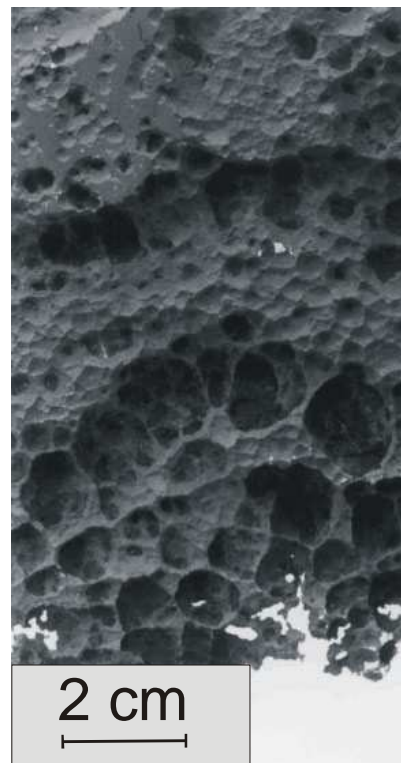
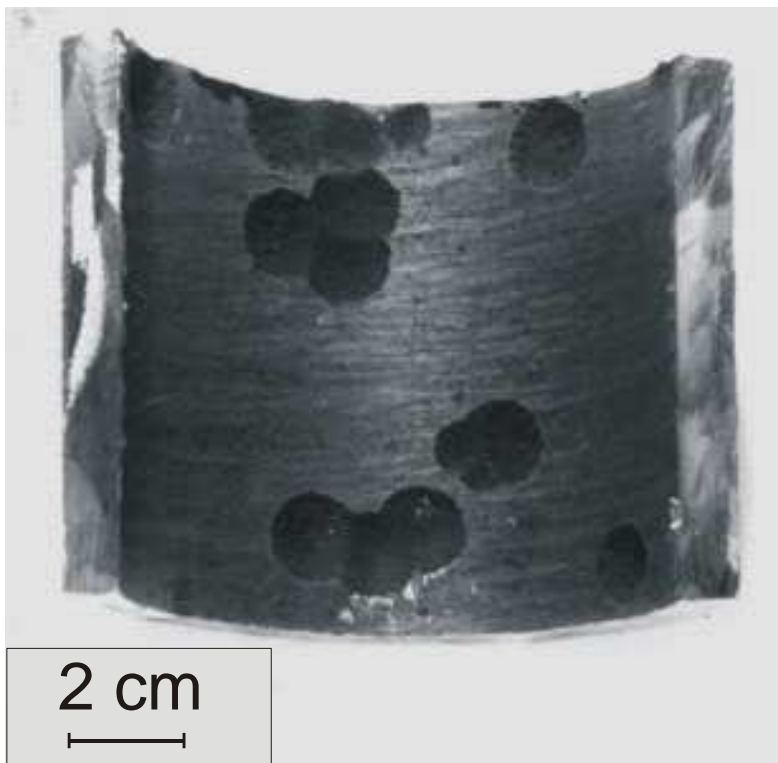


stal wysokostopowa

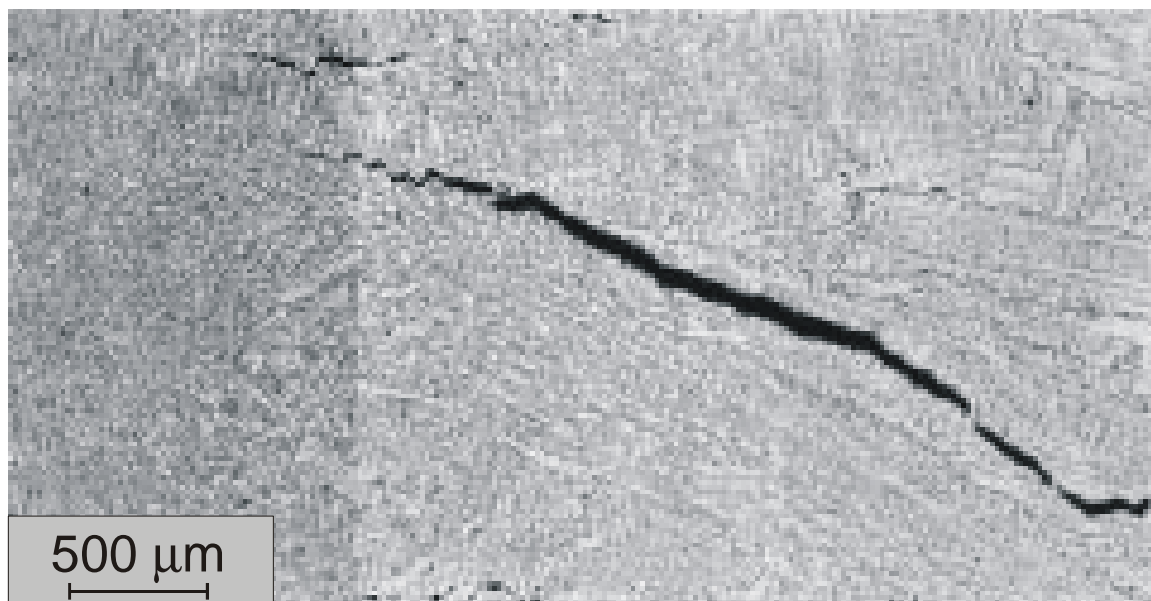
Typowe zniszczenia korozyjne



Typowe zniszczenia korozyjne



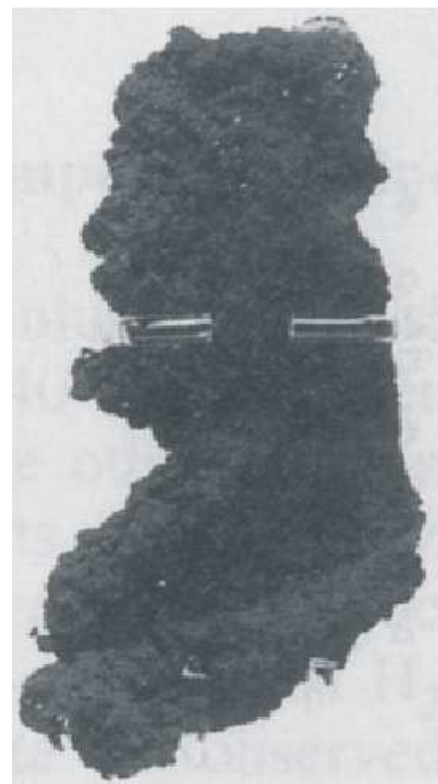
Typowe zniszczenia korozyjne



Gwałtowna degradacja stali niskostopowej (2,25 %Cr i 1 %Mo) w atmosferze CO-H₂-H₂O po 3 godz. korozji (650 °C)



1 cm





Krytyka mechanizmu korozji typu *metal dusting* żelaza i stali niskostopowych, zaproponowanego przez Grabke'go

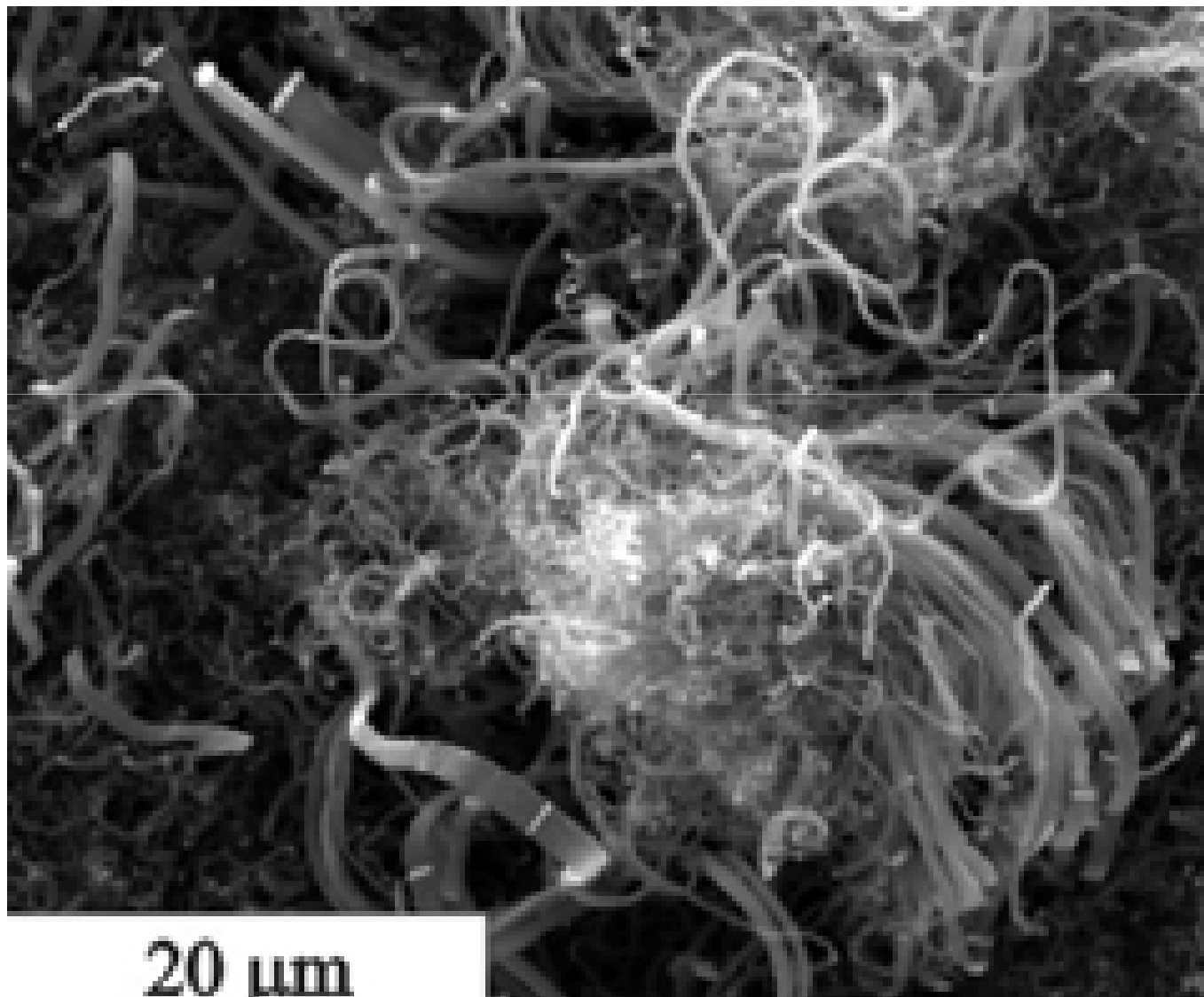
Z. Zeng, K. Natesan, V.A. Maroni: Oxid. Met. Vol. 58 (2002), p. 147

Z. Zeng, K. Natesan: Chem. Mat. Vol. 15 (2003), p. 872

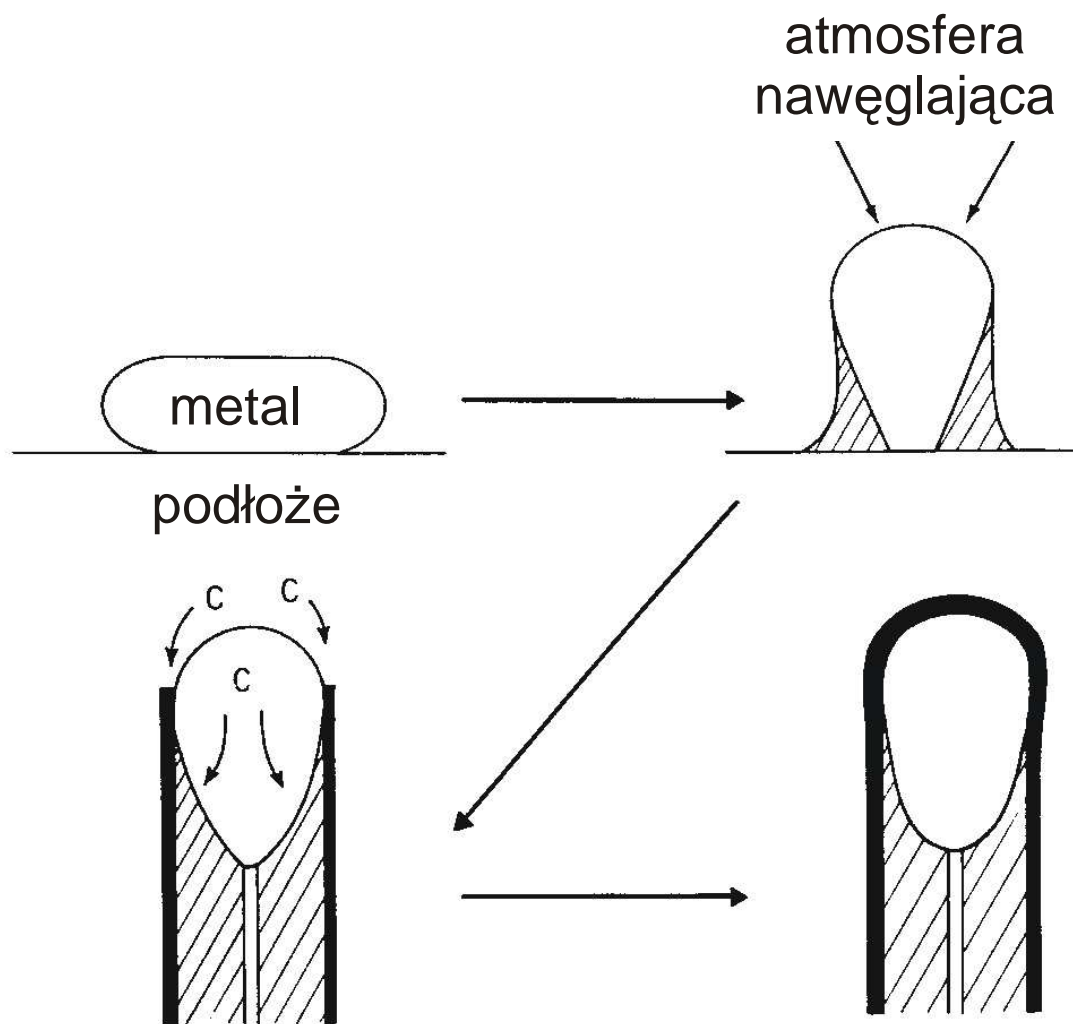
C.H. Toh, P.R. Munroe and D.J. Young: Mat. High Temp. Vol. 20 (2003), p. 527

C.H. Toh, P.R. Munroe and D.J. Young: Oxid. Met. Vol. 58 (2002), p. 1

Krytyka mechanizmu korozji typu *metal dusting* żelaza i stali niskostopowych, zaproponowanego przez Grabke'go



Krytyka mechanizmu korozji typu *metal dusting* żelaza i stali niskostopowych, zaproponowanego przez Grabke'go



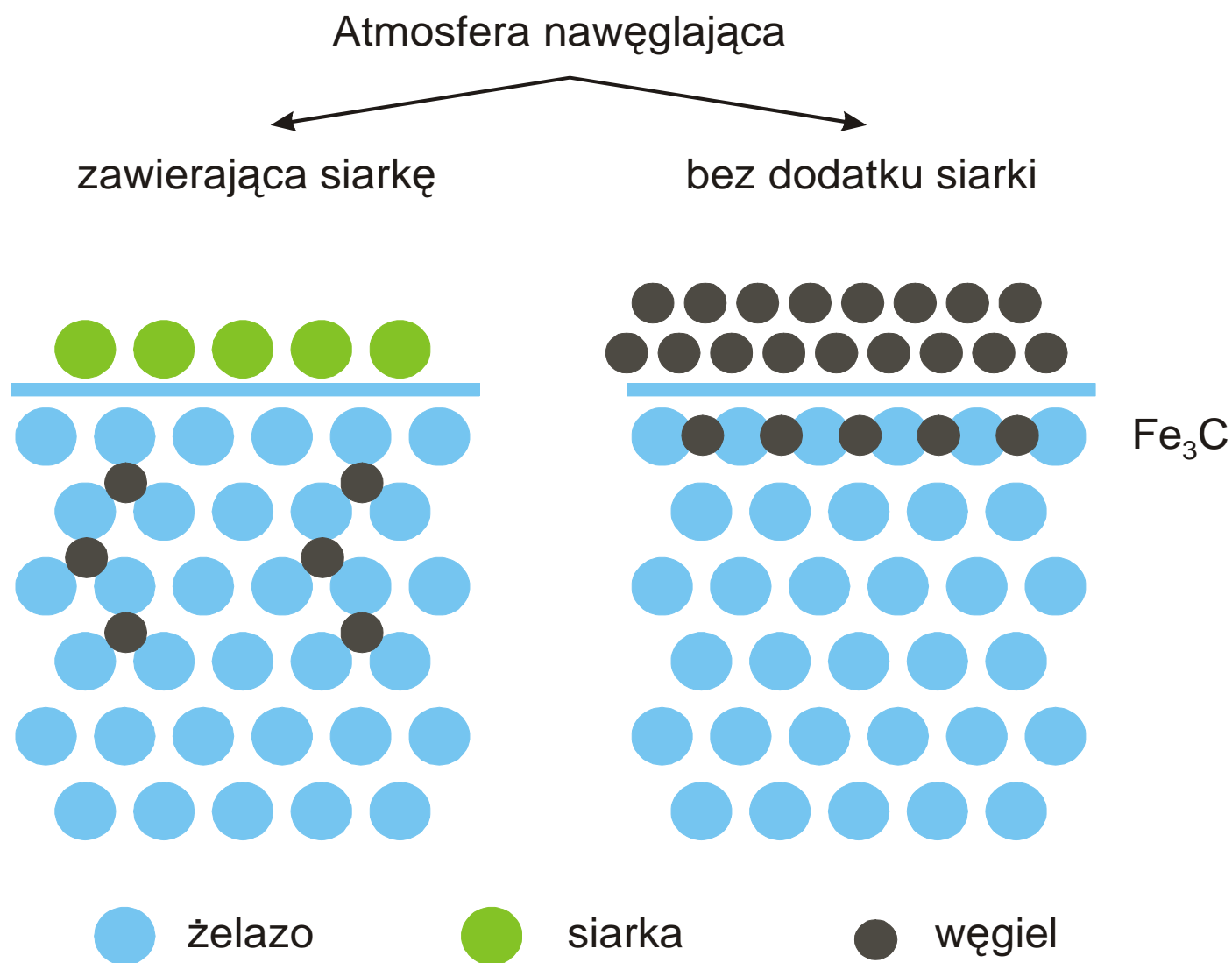
Atmosfery wywołujące korozję typu *metal dusting*

- CO , H_2O , H_2
- CH_4 , H_2O , H_2

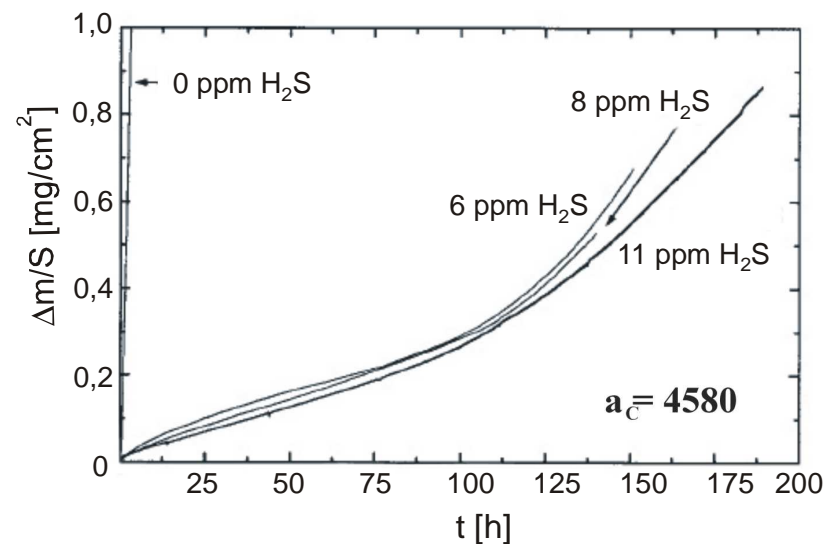
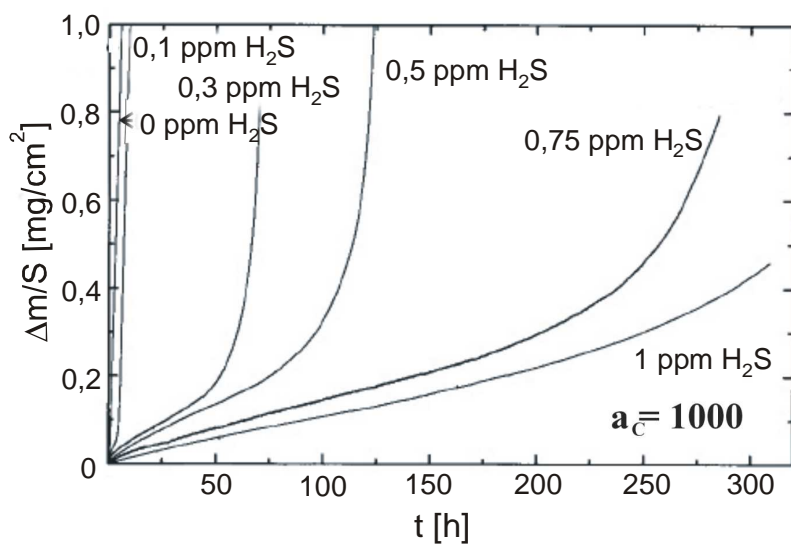
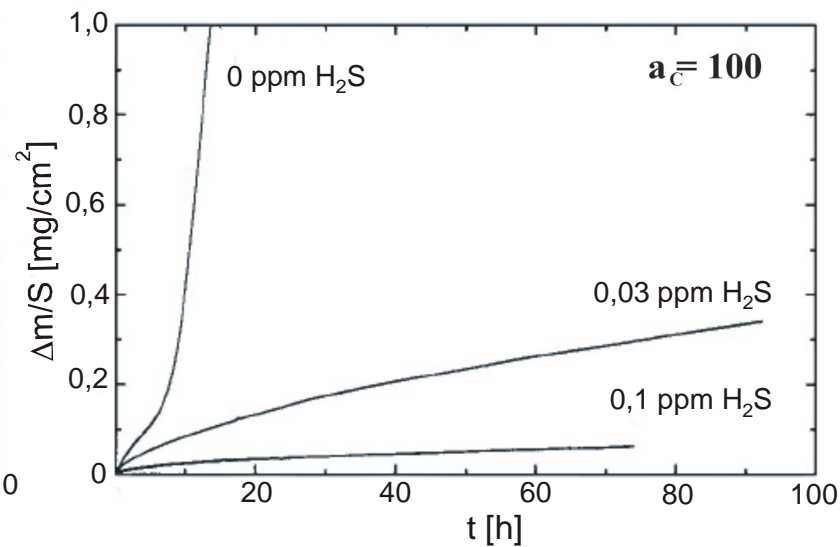
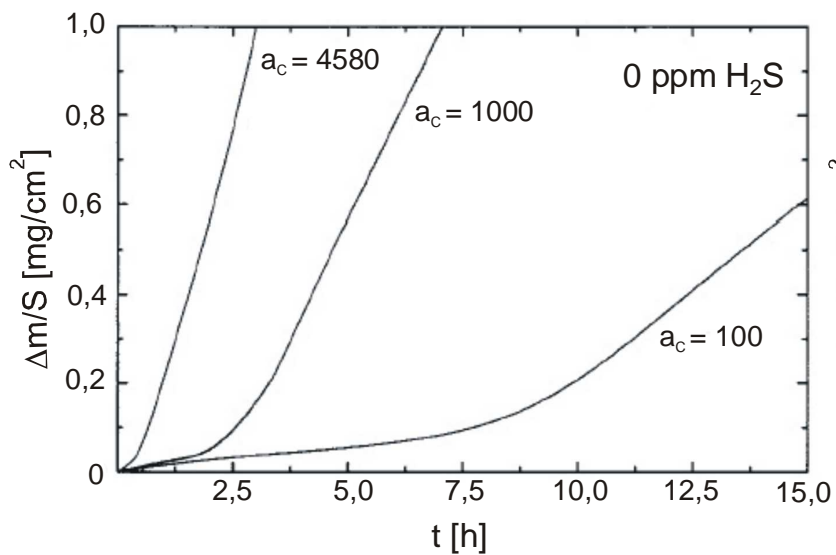
Metody ograniczania korozji typu *metal dusting*

- wprowadzenie do atmosfery niewielkiej ilości siarki
- wytworzenie na powierzchni stali ochronnej warstwy zgorzeli zbudowanej z Cr_2O_3 lub Al_2O_3

Rola siarki w hamowaniu korozji typu *metal dusting*



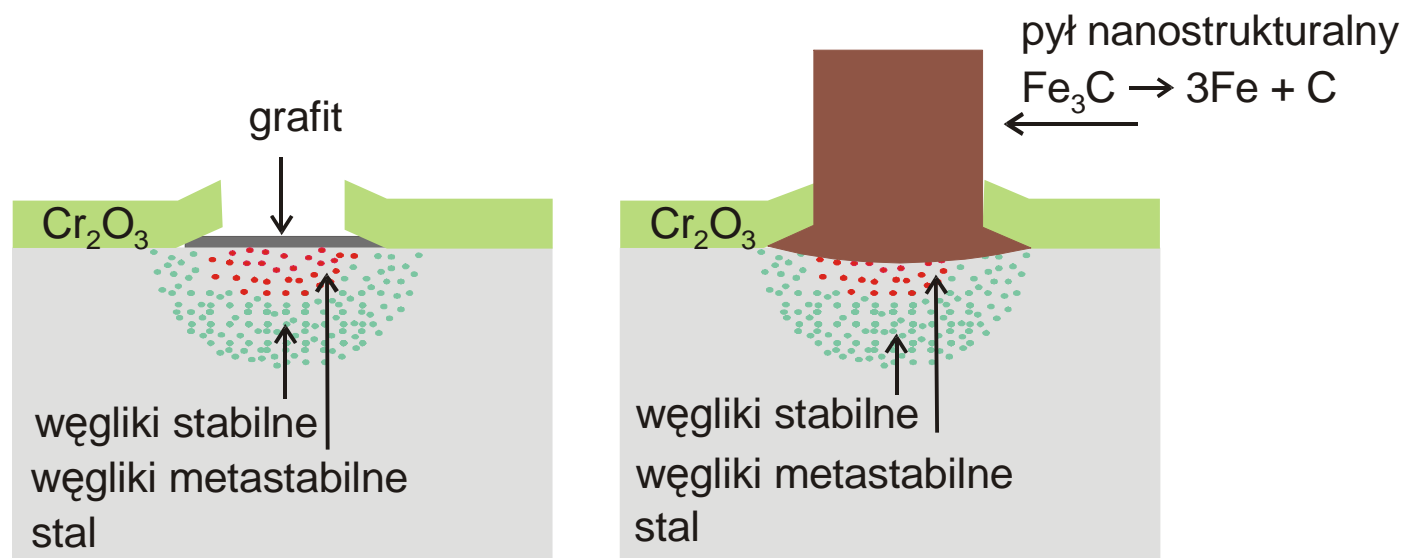
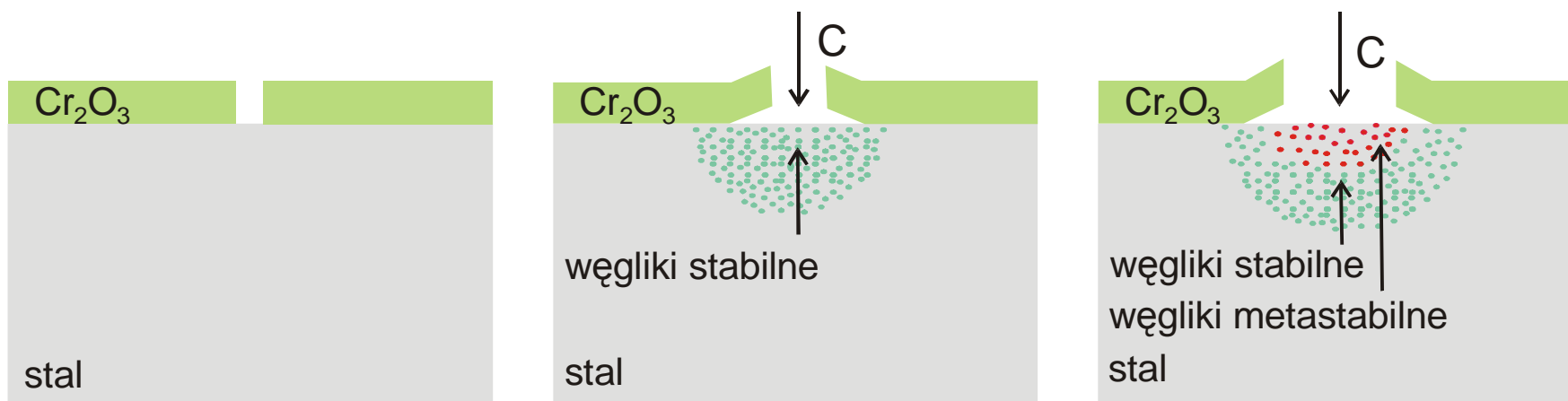
Efektywność siarki w hamowaniu korozji



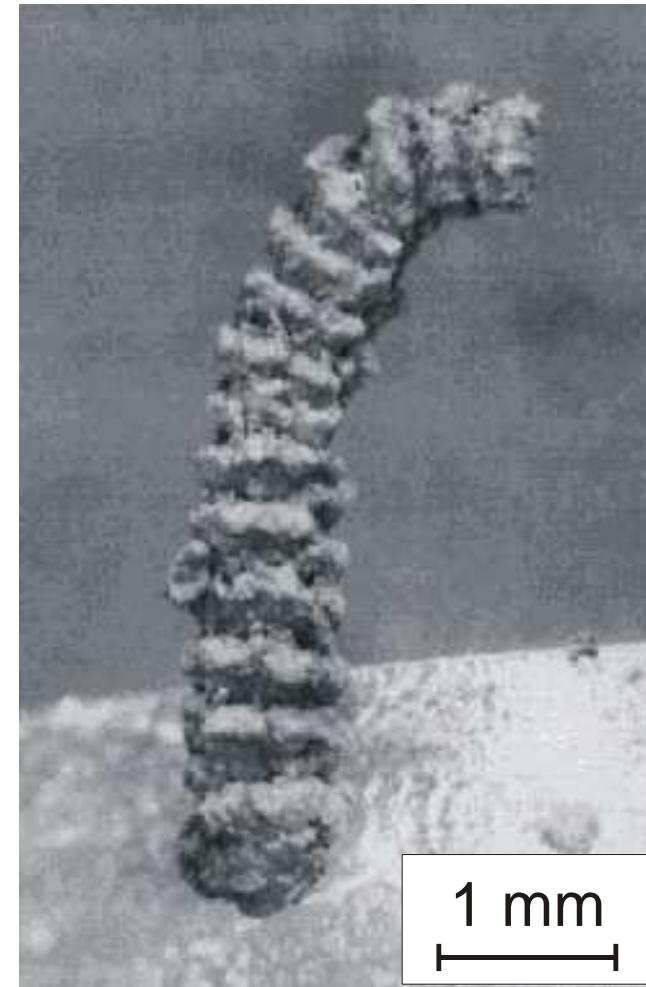
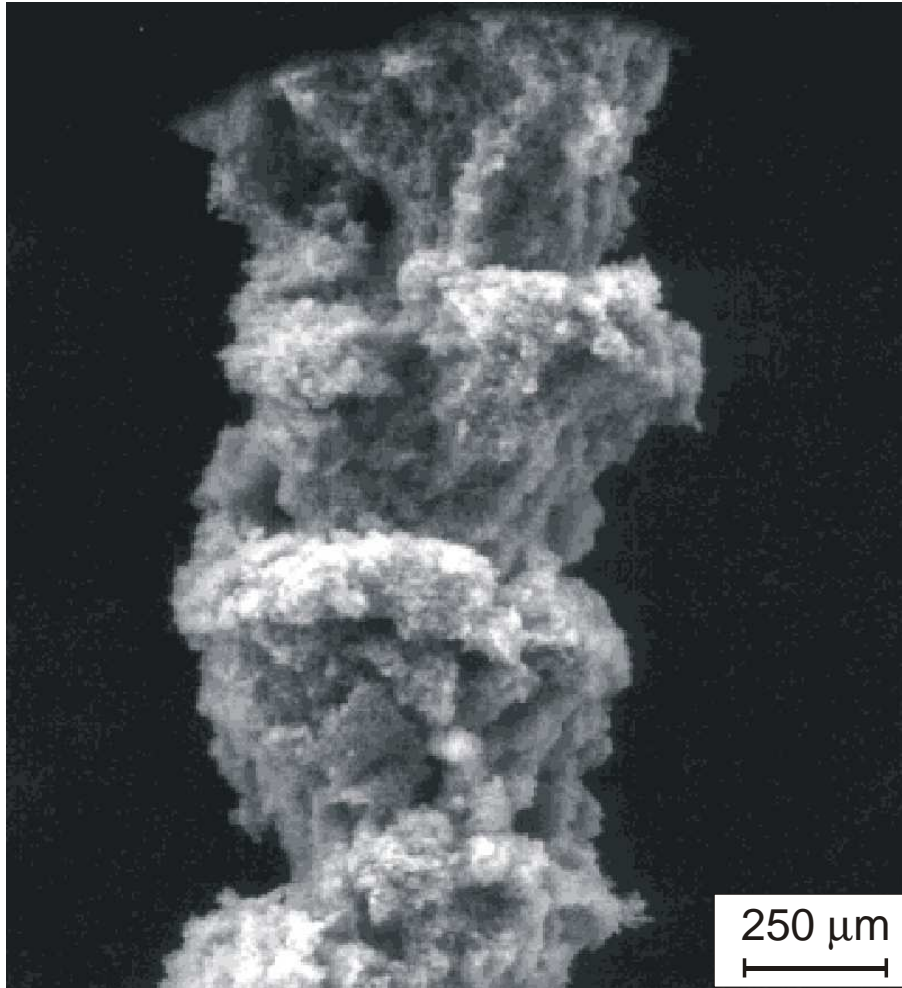
Metody ograniczania korozji typu *metal dusting*

- wprowadzenie do atmosfery niewielkiej ilości siarki
- wytworzenie na powierzchni stali ochronnej warstwy zgorzeliny zbudowanej z Cr_2O_3 lub Al_2O_3

Mechanizm korozji typu *metal dusting* stali wysokostopowych



Korozja typu *metal dusting* stali wysokostopowych



Materiały do badań:

- Stal węglowa (97 at. % Fe, 2.5 at. % C and 0.5 at. % Si)
- 9Cr-1Mo steel (9.32 wt. % Cr; 0.99 wt. % Mo; 0.10 wt. % C; 0.44 wt. % Mn; 0.39 wt. % Si; 0.0095 wt. % P; 0.008 wt. % S; Fe – bal.)
- Fe-10Cr, Fe-30Cr, Fe-50Cr

Stosowane atmosfery nawęglające:

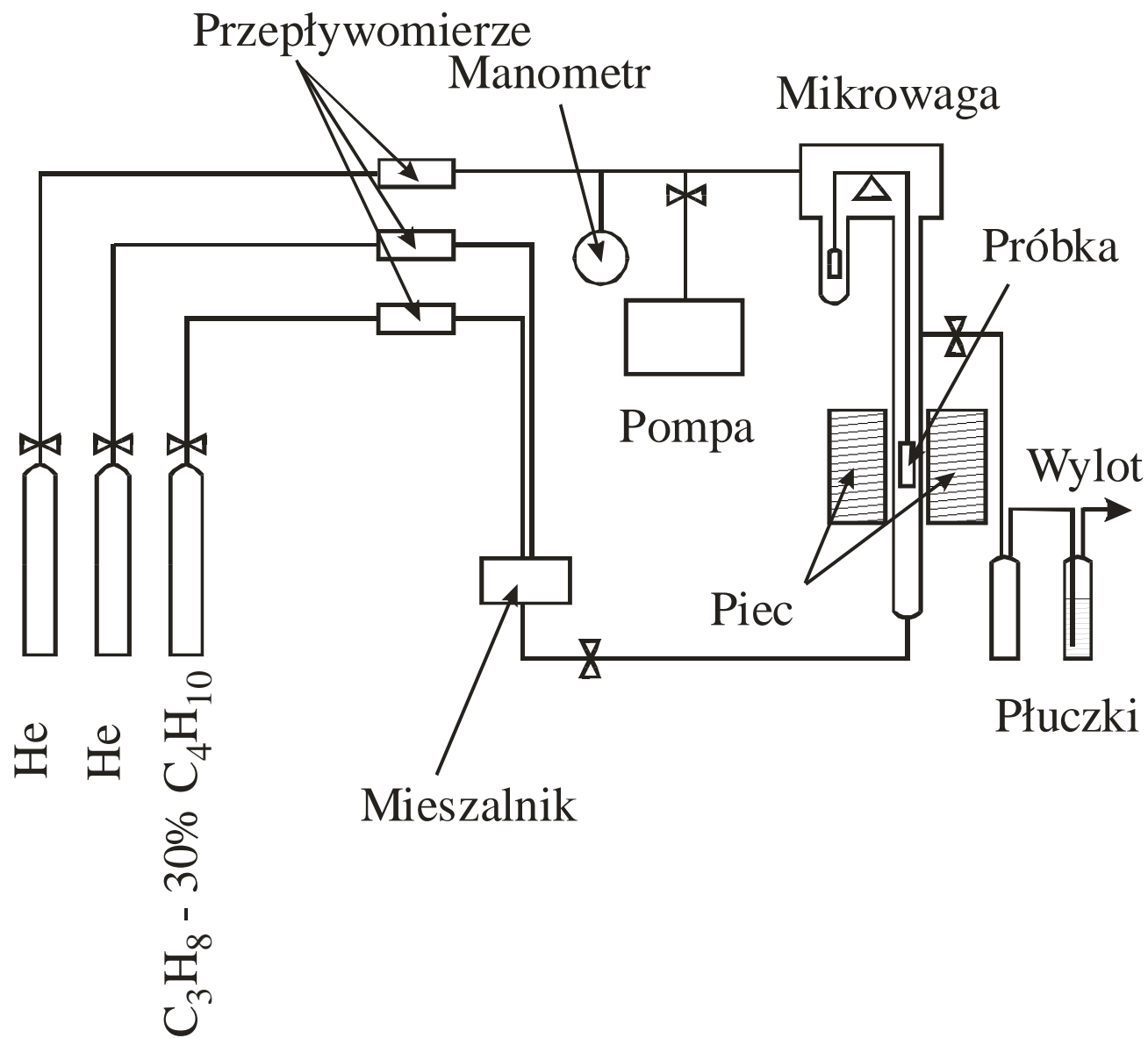
- CH₄, CH₄-1%H₂O, CH₄-H₂
- CH₄-C₂H₆
- C₃H₈-30%C₄H₁₀

Testy korozyjne:

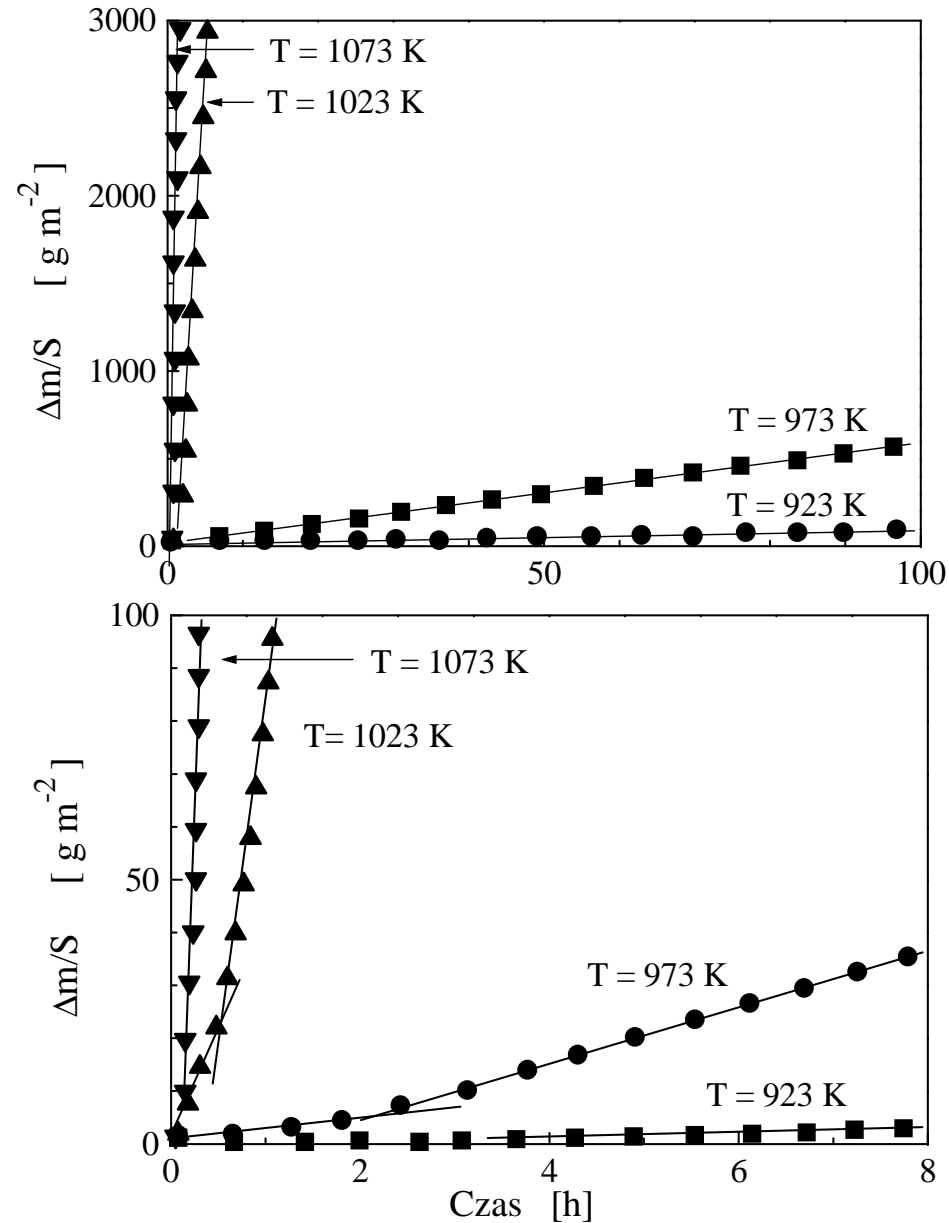
773-1173 K

Analiza morfologii i składu fazowego produktów korozji

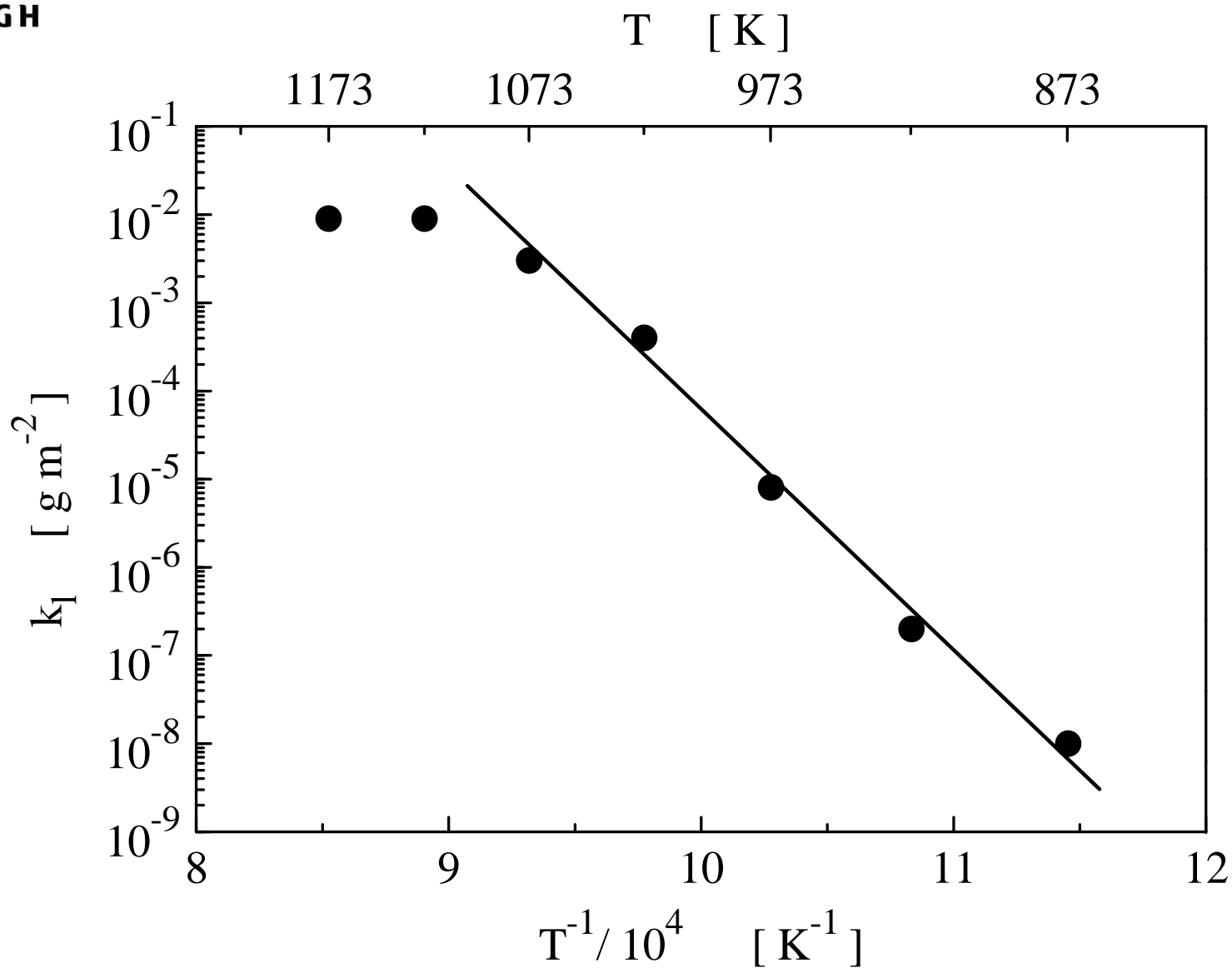
Aparatura mikrotermograwimetryczna do badania procesu korozji typu *metal dusting*



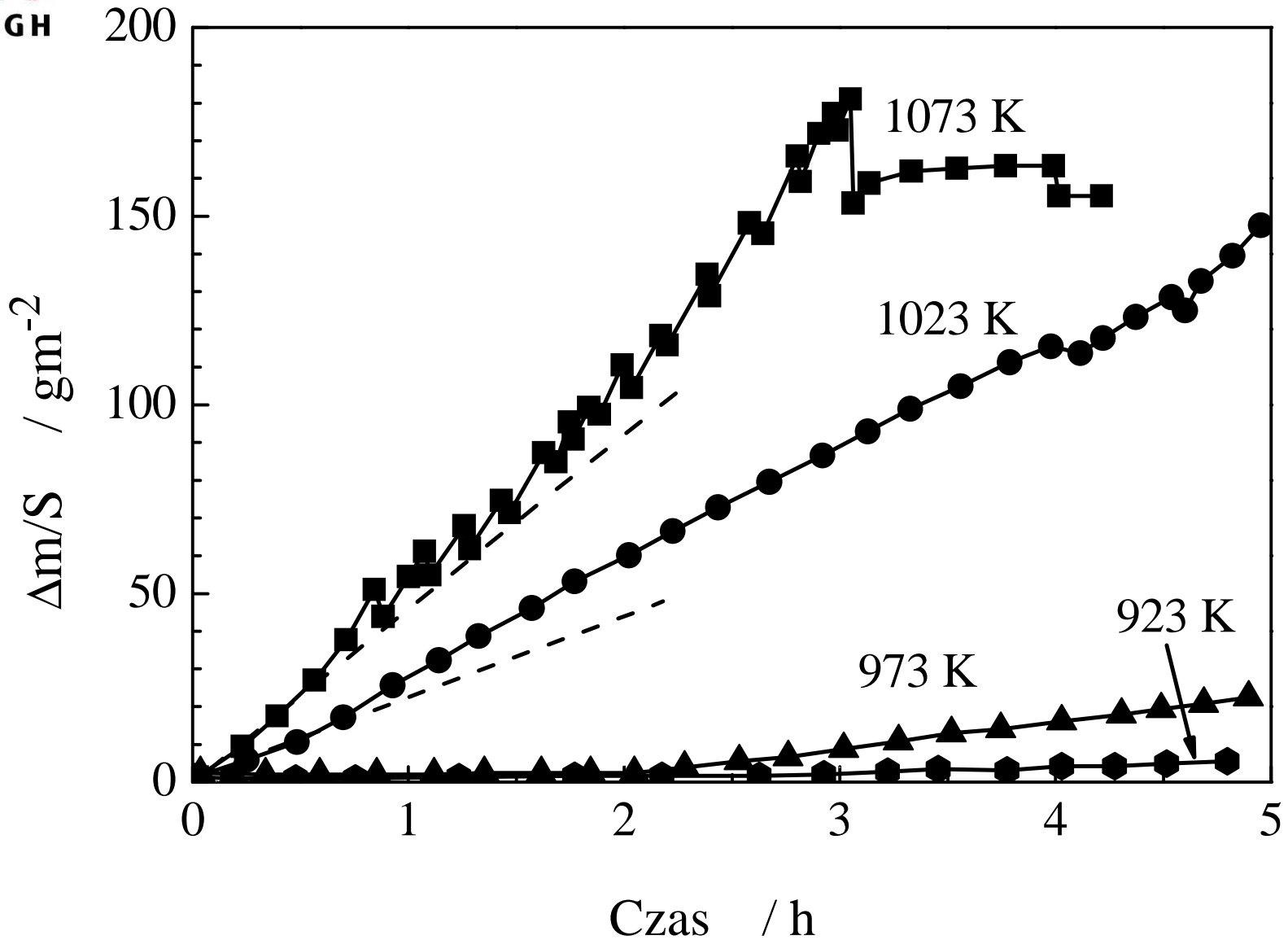
Kinetyka procesu korozji typu *metal dusting* stali węglowej



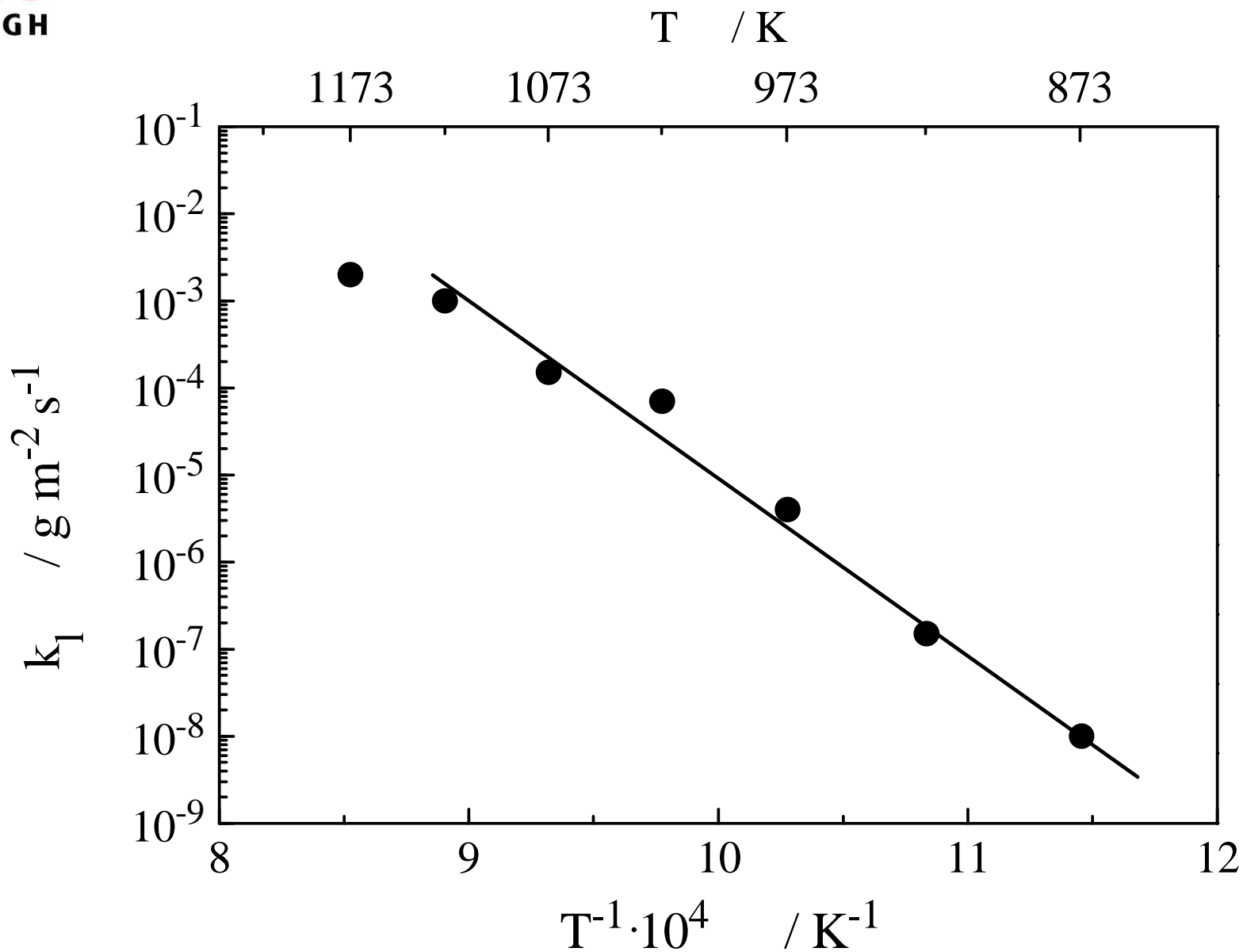
Temperaturowa zależność szybkości korozji typu *metal dusting* stali węglowej



Kinetyka procesu korozji typu *metal dusting* stali 9Cr-1Mo



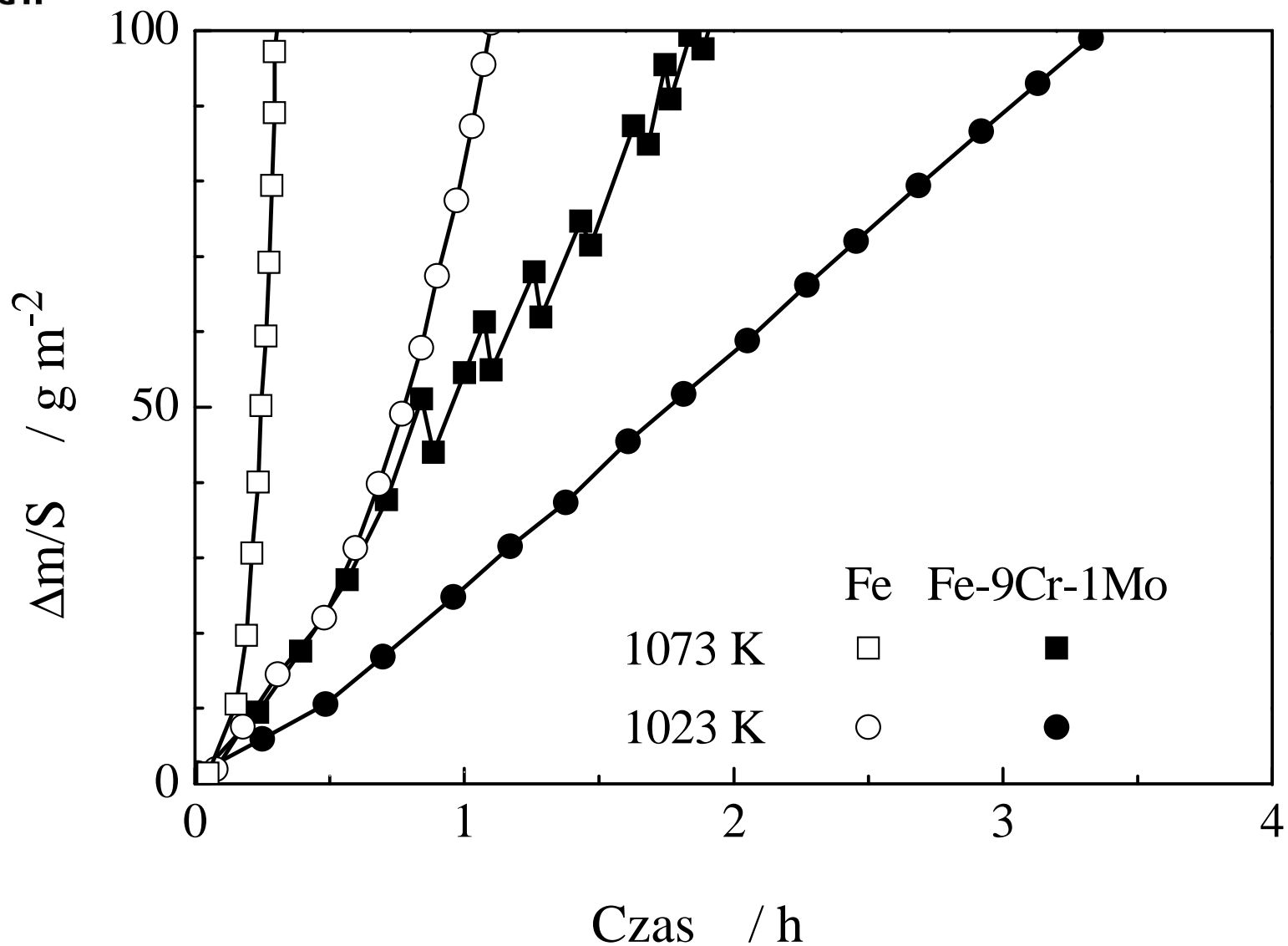
Temperaturowa zależność szybkości korozji typu *metal dusting* stali 9Cr-1Mo



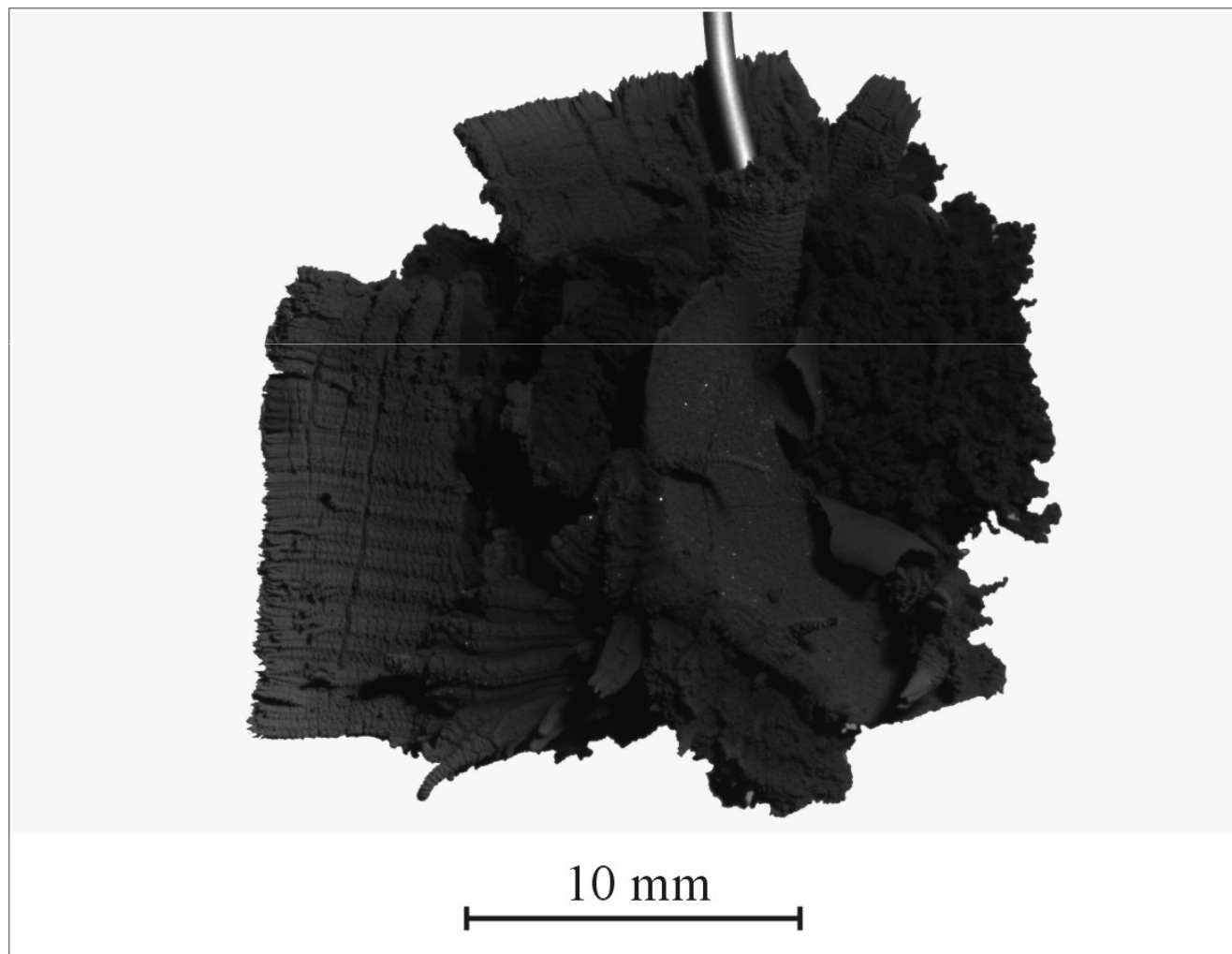
Porównanie szybkości korozji typu *metal dusting* stali węglowej i 9Cr-1Mo



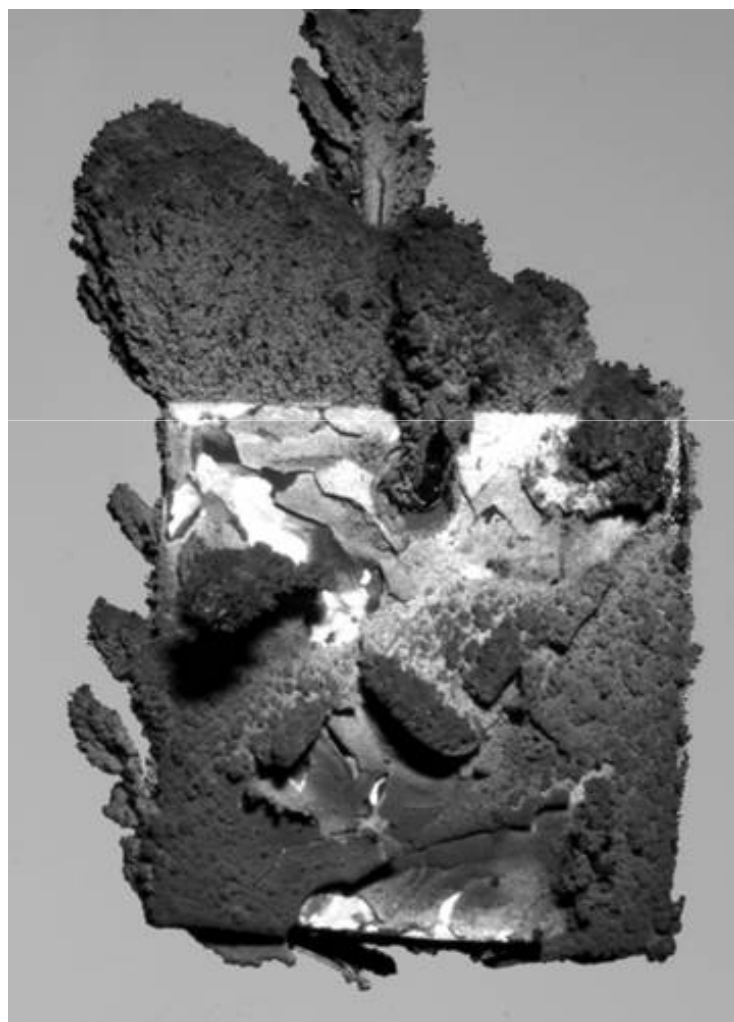
AGH



Obraz próbki stali węglowej po 3 godzinach reakcji w temperaturze 1173 K w atmosferze mieszanki propanu-butanu

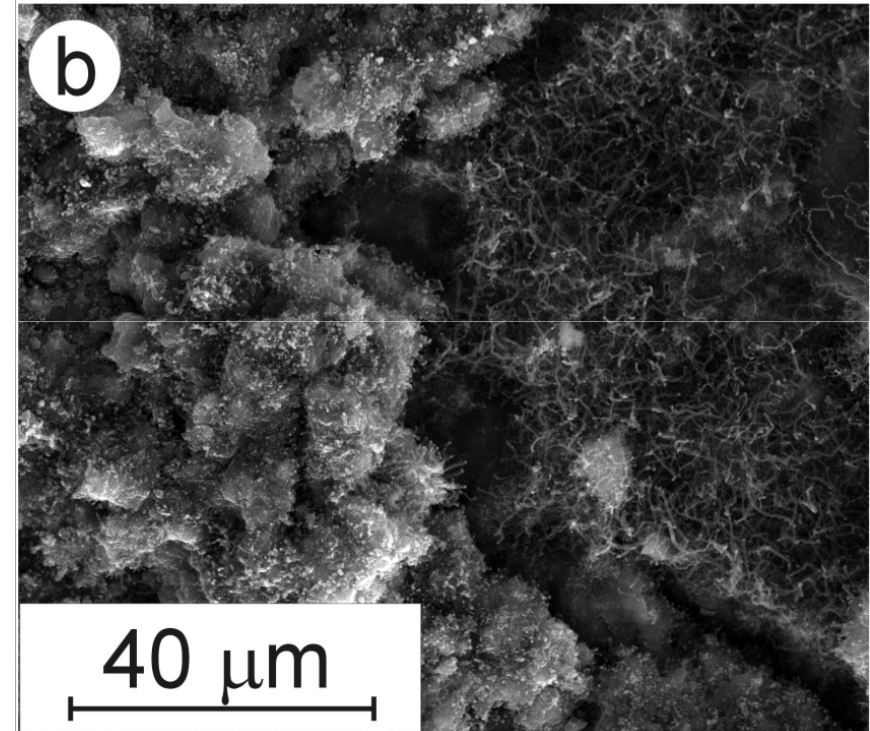
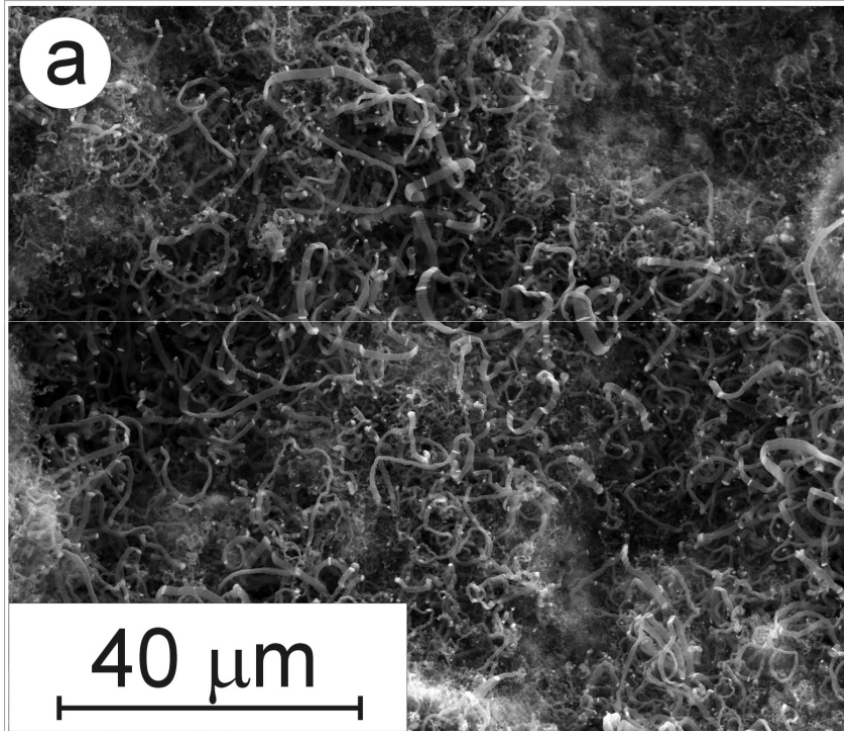


Obraz próbki stali 9Cr-1Mo po 3 godzinach reakcji w temperaturze 1173 K w atmosferze mieszaniny propanu-butanu

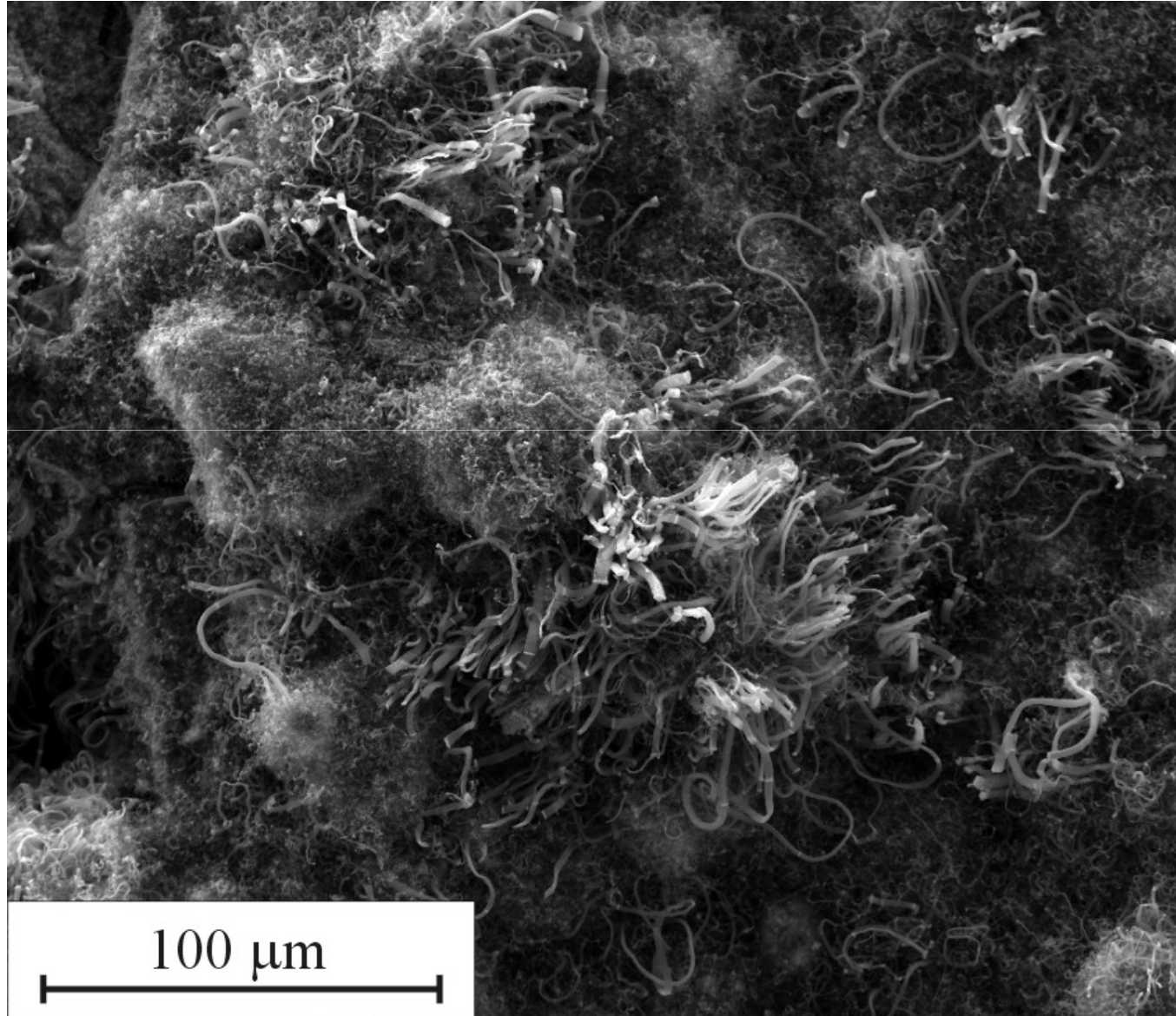


10 mm

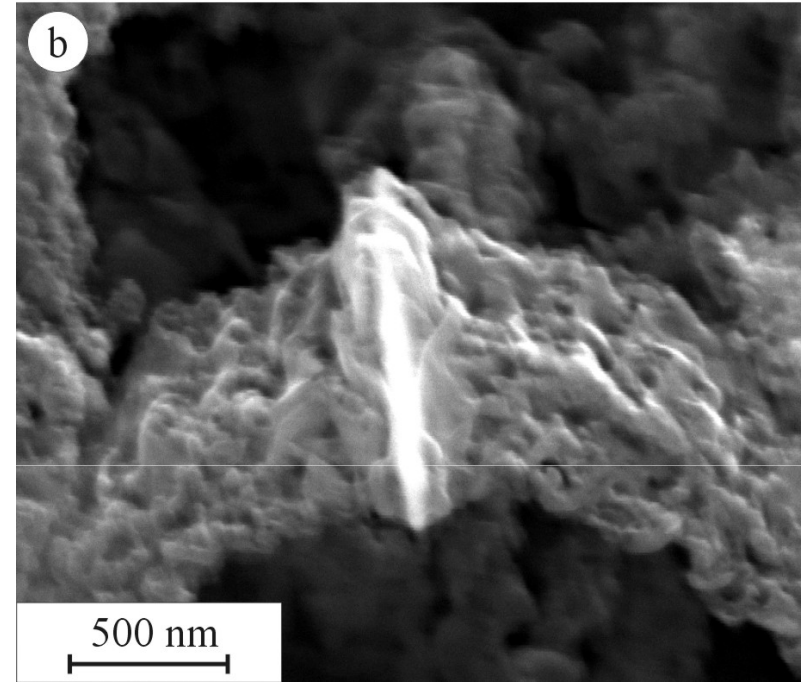
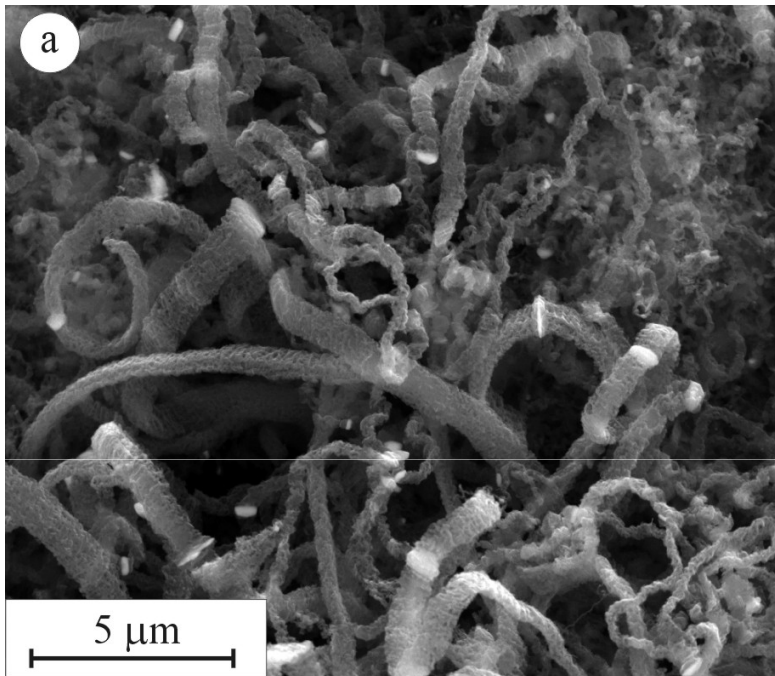
Porównanie morfologii próbek stali węglowej (a) i stali 9Cr-1Mo (b) po 3 godzinach reakcji w 1173 K w atmosferze propanu-butanu



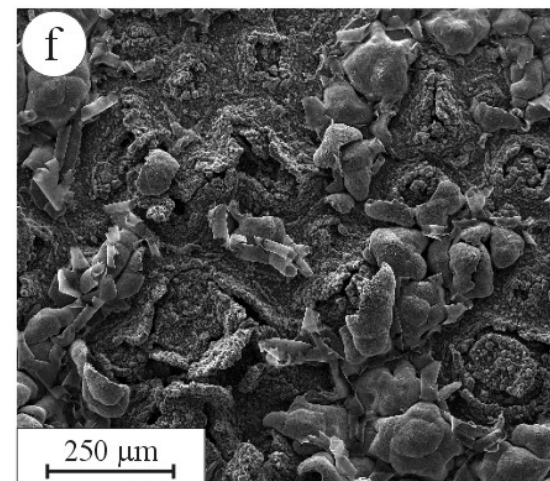
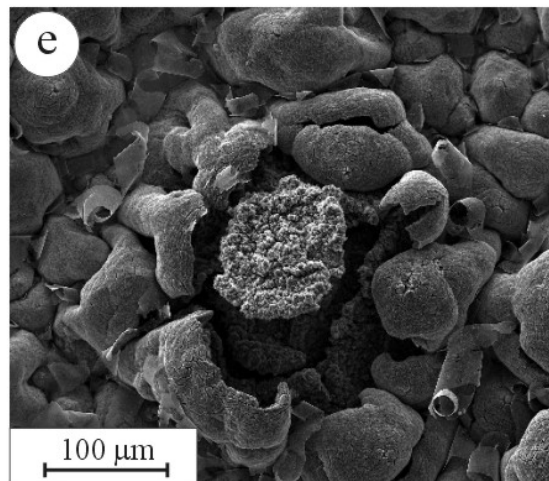
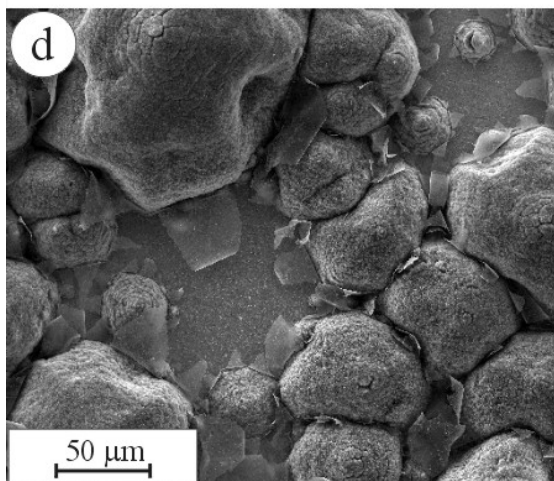
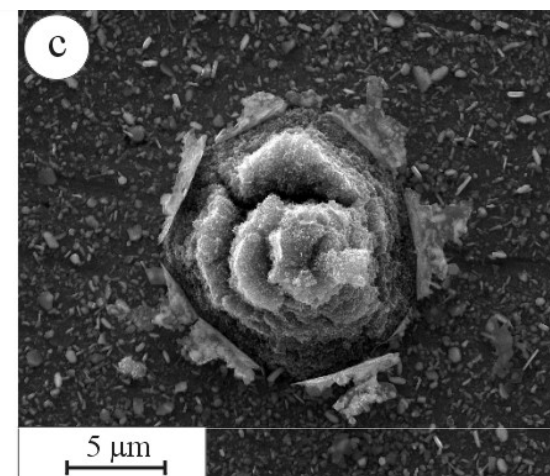
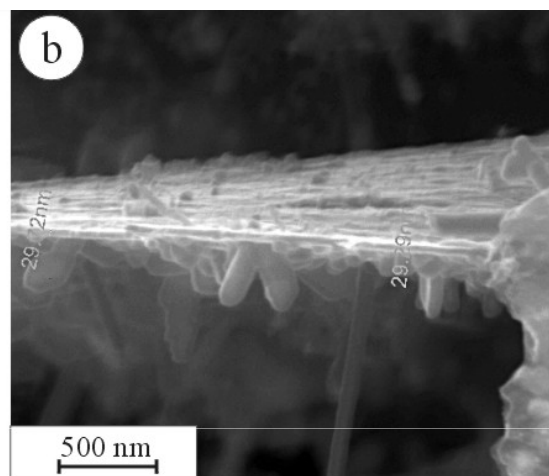
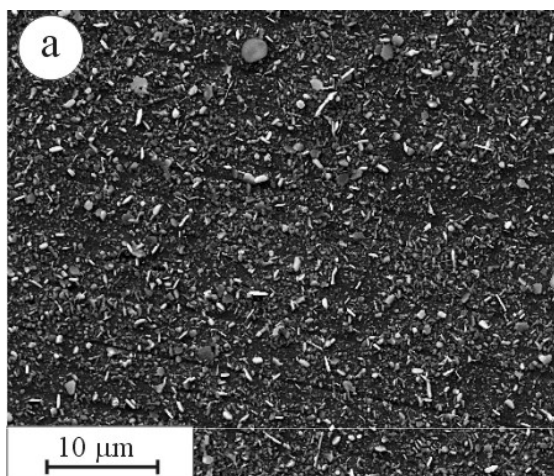
Powierzchnia próbki stali węglowej po procesie korozji typu *metal dusting*



Korozja typu *metal dusting* stali węglowych

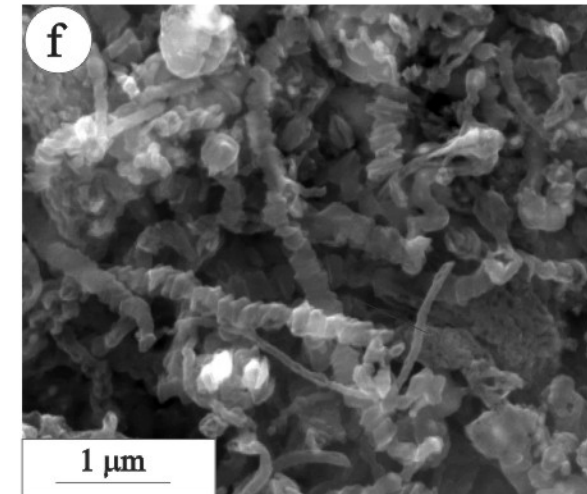
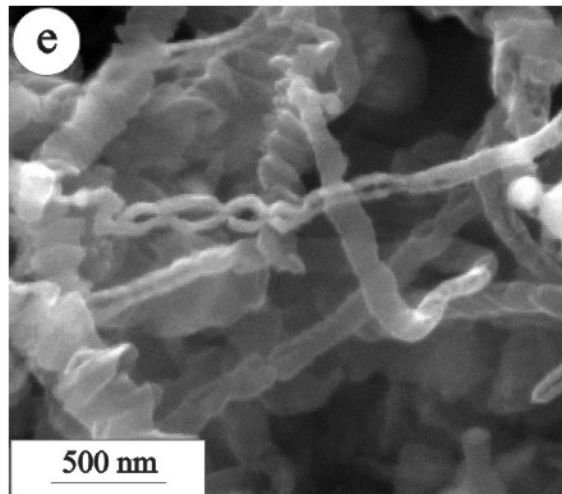
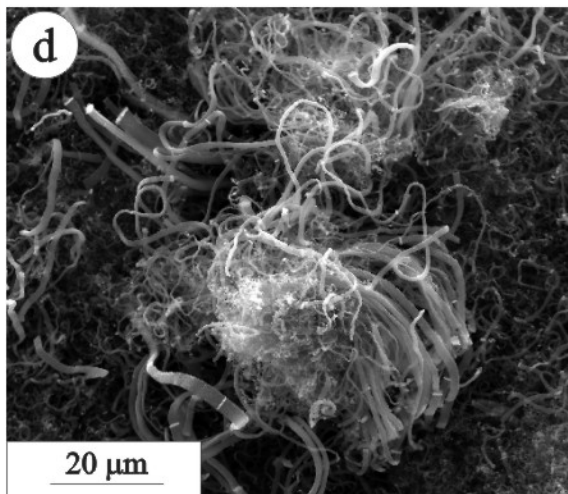
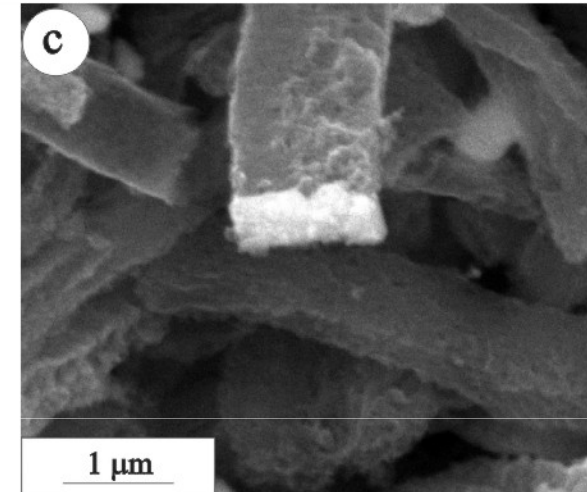
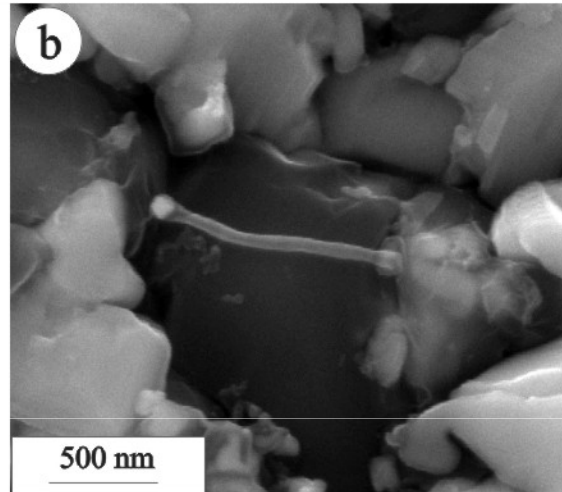
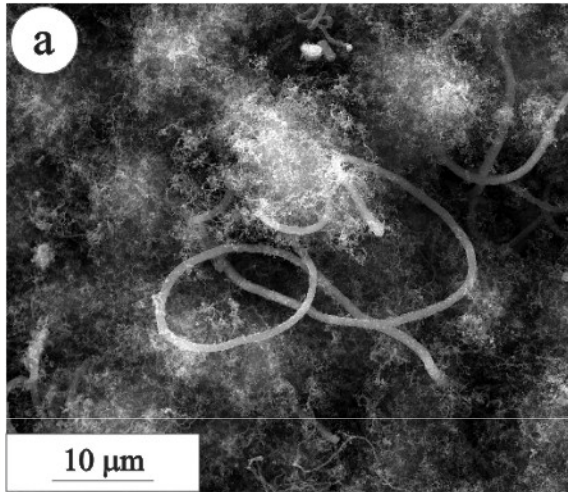


Etapy korozji stali węglowej w 1073 K w atmosferze propanu-butanu



a) i b) 5 min; c) 15 min; d) 60 min; e) 90 min; f) 180 min

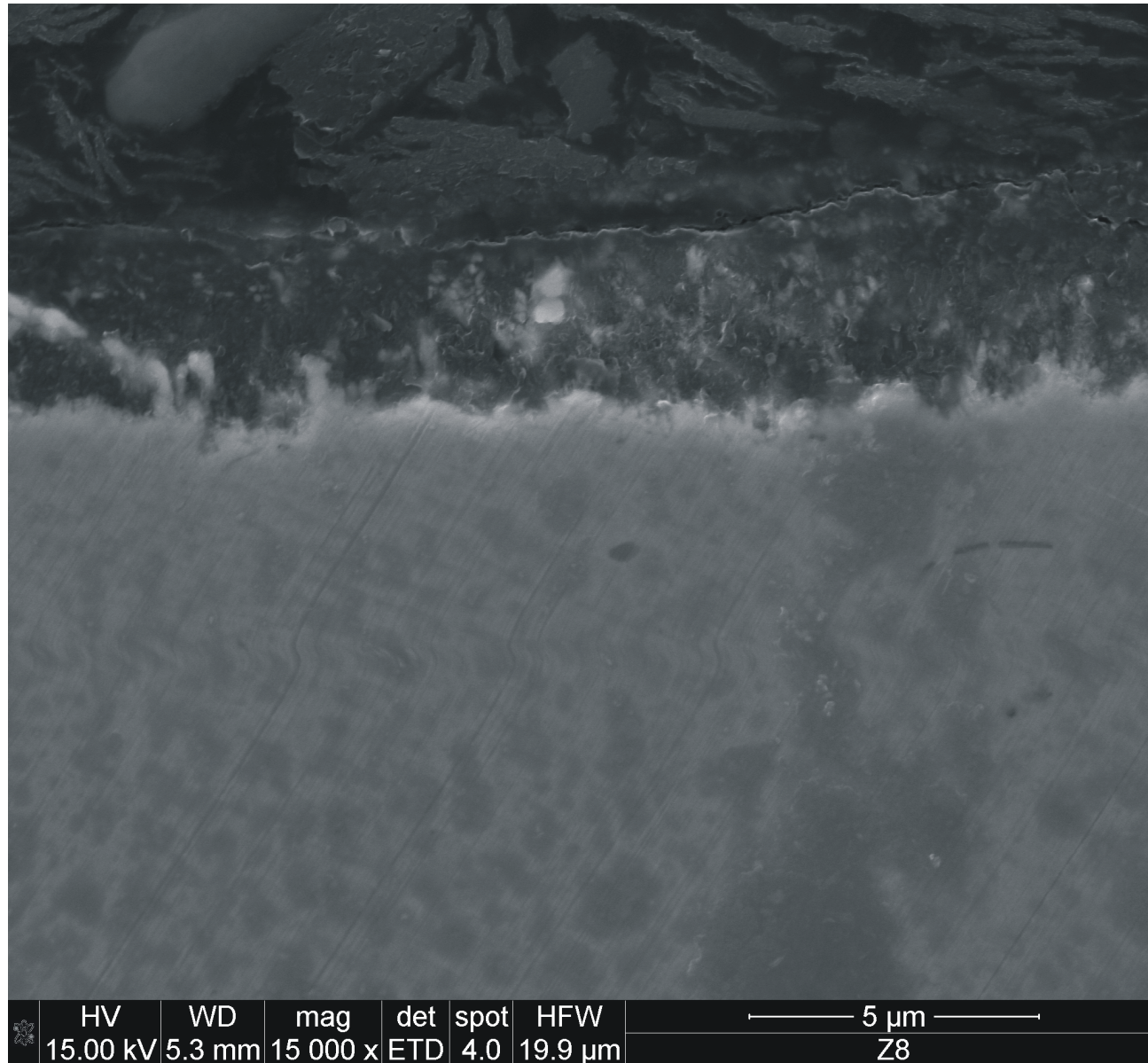
Formy produktów korozji stali węglowej w 1073 K w atmosferze propanu-butanu



Przekrój próbki stali węglowej po procesie korozji typu *metal dusting*



www.agh.edu.pl



HV	WD	mag	det	spot	HFV	5 μ m
15.00 kV	5.3 mm	15 000 x	ETD	4.0	19.9 μ m	Z8

PODSUMOWANIE

Pomimo wieloletnich badań korozji typu *metal dusting*, nie udało się dotychczas stworzyć racjonalnej podstawy zadawalającego ograniczenia tej katastrofalnej formy korozji wysokotemperaturowej. Istnieje więc konieczność prowadzenia dalszych badań zmierzających do opanowania tego niekorzystnego zjawiska.



KONIEC