

Karel S t r á n s k ý , VAAZ Brno

Rozbor železných předmětů z lokality středověké vápenické
pece při Obřanském hradě

Ze zmíněné lokality byly podrobeny základnímu strukturnímu rozboru tři železné předměty - podkova, přezka a kolík, zobrazené na obr. 1. Je zřejmé, že ve všech případech šlo patrně o kovářské výrobky. Cílem rozboru bylo stanovit mikrostrukturu těchto předmětů, její základní charakteristiky a poté posoudit způsob výroby, včetně konečného tepelného zpracování. K tomuto účelu byl z každého předmětu odebrán jeden vzorek pro metalografickou analýzu. Vlastní metalografický rozbor se uskutečnil na světelném mikroskopu Neophot II s využitím mikrotvrdoměru Hanemann.

P o d k o v a . Vzorek byl odebrán pouze z jedné poloviny podkovy a metalografický výbrus byl zhotoven v rovině, která byla se základnou podkovy přibližně rovnoběžná. Mikrostruktura podkovy je zobrazena na obr. 3 a 4. Strukturu tvoří převážně ferit, avšak místně se vyskytují oblasti s dosti vysokým podílem perlitu (až 50 %). Feritické zrno je velmi nerovnoměrné, převážně hrubé a jeho velikost kolísá v rozmezí 2 až 6 podle ČSN 42 0463 (menší číslo znamená hrubší zrno a obráceně). Měřením mikrotvrdoti nebyly zjištěny rozdíly mezi hrubými a jemnými zrny feritu. Jak plyne z tab. I byly střední hodnoty mikrotvrdoti rozměrných feritických zrn (135 HM20) a drobných feritických zrn (127 HM20) v mezích chyb měření shodné. Perlit byl nalezen velmi jemný a v lamelární formě. Podíl struskových vměstků byl ve sledované části podkovy dosti vysoký a činil 11,2 %. Struskové vměstky se vyskytovaly ve struktuře převážně jako dvoufázové, tmavošedé a světlešedé barvy s mikrotvrdotí 789 ± 102 HM20.

P ř e z k a . Vzorek byl odebrán z kroužku přezky a metalografický výbrus byl zhotoven v rovině kroužku. Mikrostruktura kroužku je zobrazena na obr. 4 a 5, přičemž obr. 4 znázorňuje okrajovou část a obr. 5 část středovou. Okrajová část kroužku je značně zkorodovaná. Struktura kroužku přezky je téměř čistě feritická, pouze ojediněle se vyskytuje malý podíl perlitu. Feritické zrno je poněkud rovnoměrnější než v předchozím případě a kolísá v rozmezí 3 - 5 stupně podle ČSN 42 0463. Jak plyne z tab. I je mikrotvrdomost hrubších i jemnějších feritických zrn v mezích chyb měření stejná. Struskové vměstky se vyskytovaly ve struktuře převážně jako homogenní (jednofázové) s mikrotvrdostí 650 ± 60 HM20. Jejich podíl byl poněkud menší než u vzorku podkovy a činil 9,4 %.

K o l í k . Vzorek byl odebrán ze silnějšího konce mírně kuželového kolíku a metalografický výbrus byl zhotoven v rovině procházející přibližně osou kolíku. Mikrostruktura kolíku je zobrazena na obr. 6 a 7. Struktura je převážně feritická s malým podílem perlitu, který se nachází v oblastech ležících blíže k ose kolíku. Feritické zrno je jemné a dosti rovnoměrné velikosti 6 - 7 stupně. Perlit je velmi jemný a lamelární. Mikrotvrdomost menších a větších zrn je opět v mezích chyb měření shodná (tab. I). Podíl struskových vměstků činí 7,9 % a ve vzorku byly nalezeny převážně vměstky dvoufázové s mikrotvrdostí 774 ± 137 HM20. Tvar struskových vměstků je zřejmý z obr. 6 a 7.

Z předcházejících strukturních charakteristik je zřejmé, že ve všech případech jde o kovářské výrobky, k jejichž zhotovení sloužilo jako výchozí polotovár železo s velmi nízkým obsahem uhlíku. Pouze u podkovy se místně vyskytovaly oblasti struktury, která nasvědčuje, že koncentrace uhlíku zde může dosahovat asi 0,3 až 0,4 % (obr. 3). Značný podíl struskových vměstků (8 až 11 %) svědčí o tom, že bylo použito svářkového železa. (Poznamenáváme, že v plávkových ocelích a železech vyráběných konvenčními technologiemi je podíl vměstků menší než 1 %). Podle morfologie vměstků a jejich mikrotvrdosti (Mott B.W.: Mikro-indentation hardness testing. Butterworths. London, 1956, s.244) je možno usoudit, že s největší pravděpodobností jsou vměstky tvořeny převážně hematitem (Fe_2O_3) a magnetitem (Fe_3O_4).

Převážně rovnoměrná polygonální morfologie feritických zrn

ve všech sledovaných vzorcích umožňuje usoudit, že poslední operací byl ohřev předmětů nad překrystalizační teplotu (tj. nad teplotu bodu A_3 , která činí u čistého železa 910°C). Z této teploty chladly všechny předměty volně na vzduchu. Hrubé feritické zrno ve struktuře podkovy nasvědčuje, že mohla být velmi nerovnoměrně ohřáta, to znamená, že její části mohly mít v oblasti nad překrystalizační teplotou velmi nerovnoměrné rozložení teplot.

Naproti tomu nelze vyloučit, že povrchové oblasti kroužku přezky prodělaly jako poslední operaci tváření (deformaci) za studena. Jak plyne z obr. 4 má okrajová část kroužku přezky nerovnoměrná zrna s vnitřními dvojčaty a k povrchu kroužku přiléhá pás feritu bez viditelných hranic zrn.

Závěr

Analýzou podkovy, přezky a kolíku z lokality středověké vápenické pece při Obřanském hradě bylo prokázáno, že všechny předměty jsou kovářské výrobky.

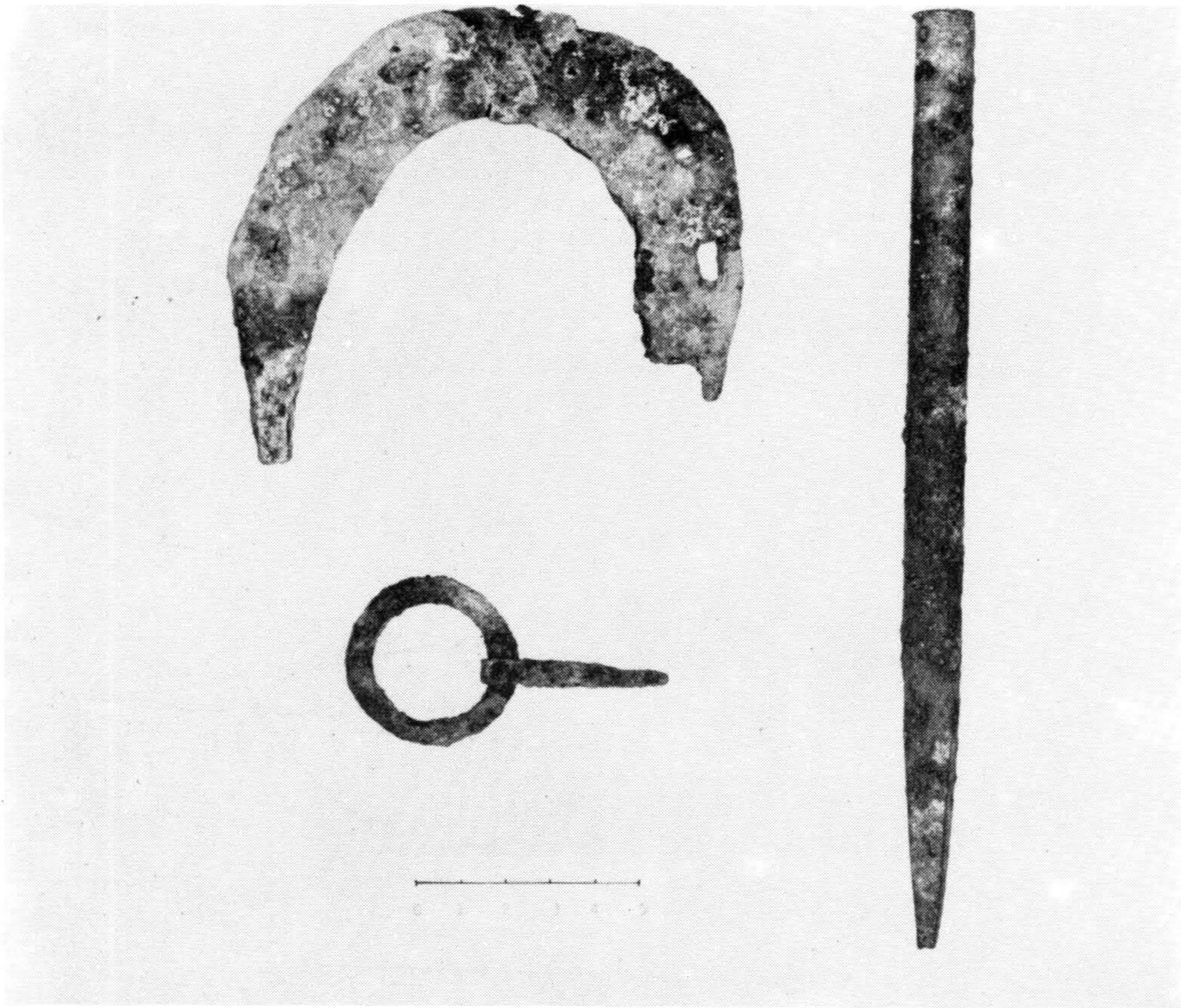
K jejich výrobě bylo použito jako výchozího polotovaru svářkového železa s velmi nízkým obsahem uhlíku.

Ve srovnání s analýzami železných předmětů z jiných lokalit (Pfaffenschlag, Mstěnice a též i vlastní Obřanský hrad) je možno usoudit, že v daném případě šlo o výrobky standardní produkce, které nevyžadovaly mimořádné řemeslné zručnosti a zkušeností, a znalostí zvláštních postupů kovářského svařování, povrchových uprav a tepelného zpracování.

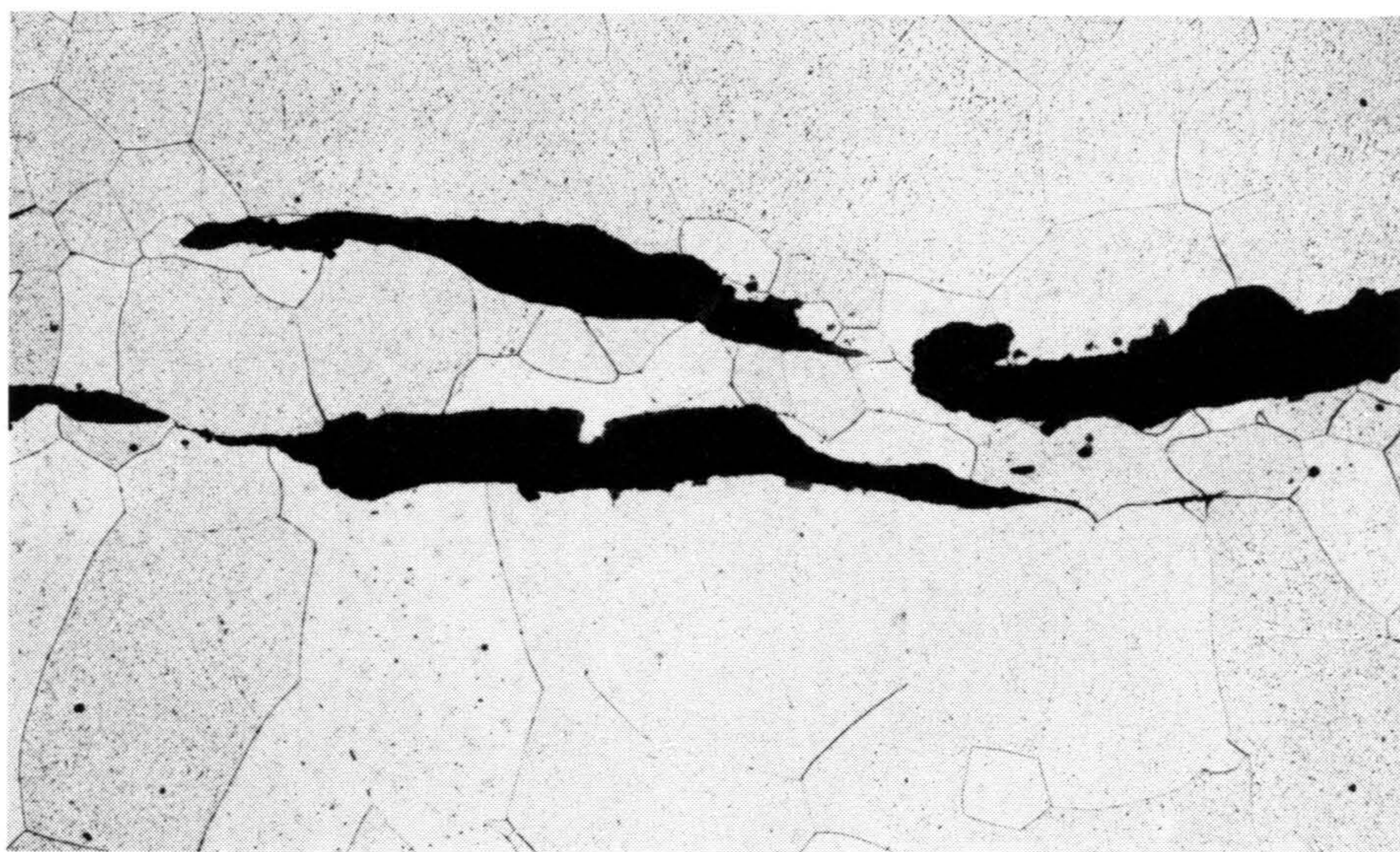
Tab. I Strukturní charakteristiky železných předmětů

Předmět	velikost feritic- kých zrn		Mikrotvrdost feritu HM20	Podíl vměstků %	Mikrotvrdost vměstků HM20
podkova	2 - 6	velká zrna	135 ± 14	11,2	789 ± 102
		malá zrna	127 ± 10		
přezka	3 - 5	velká zrna	179 ± 15	9,4	650 ± 600
		malá zrna	186 ± 12		
kolík	6 - 7	velká zrna	165 ± 16	7,9	774 ± 137
		malá zrna	176 ± 13		

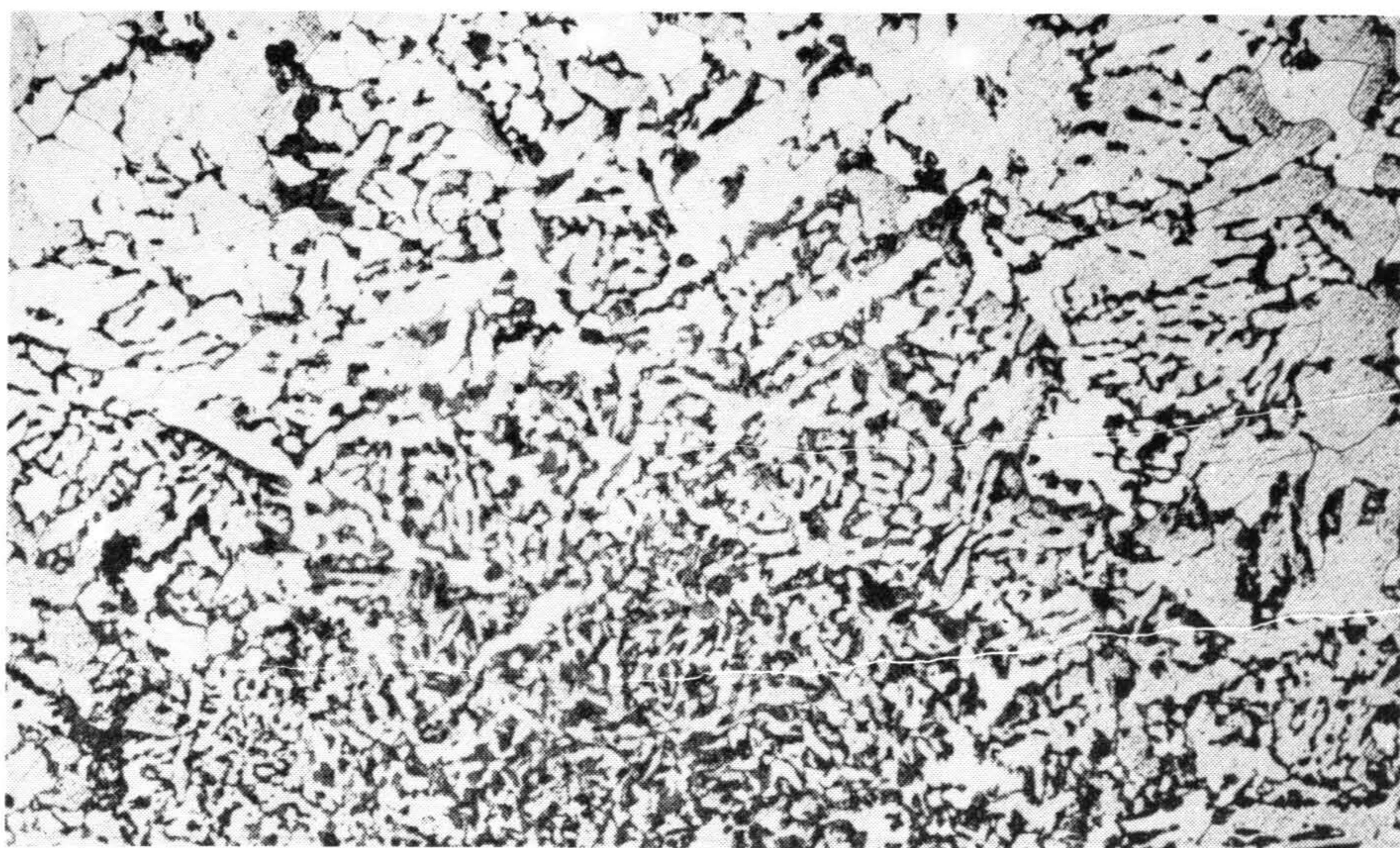
Velikost feritických zrn stanovena podle ČSN 42 0463



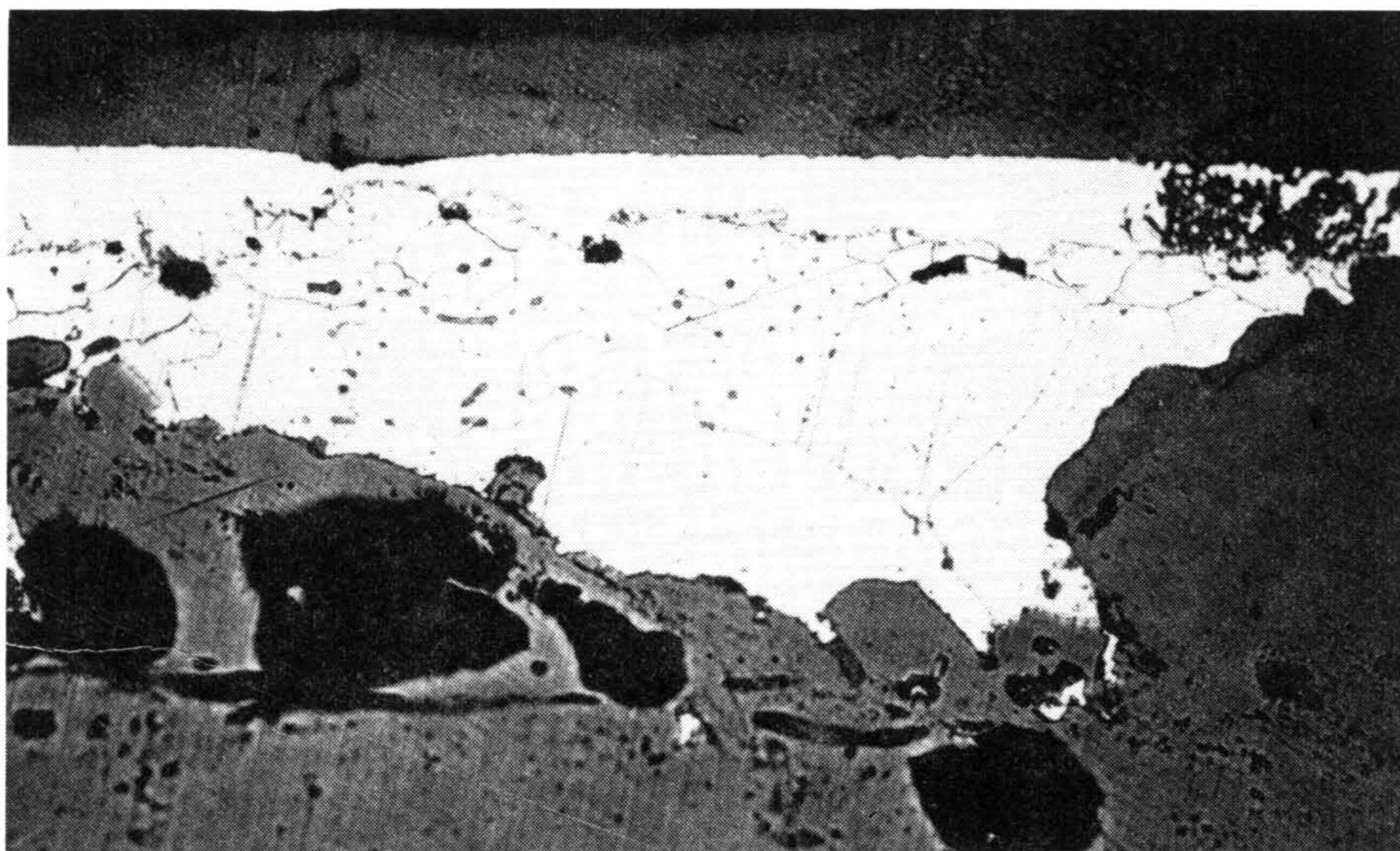
Obr. 1 Podkova, přezka a kolík z lokality středověké vápenické
104 pece při Obřanském hradě



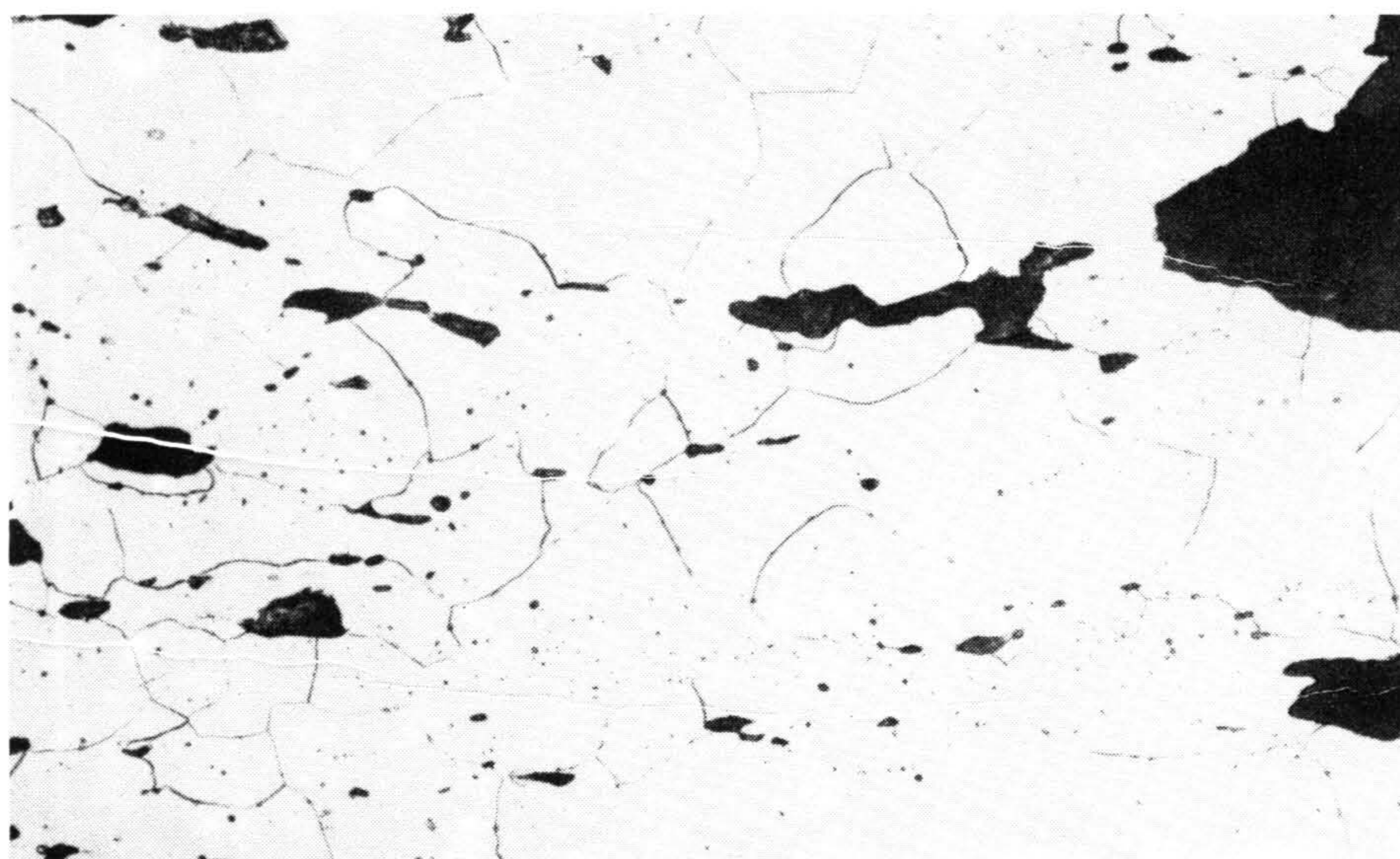
Obr. 2 Feritická struktura podkovy. Leptáno nitalem, zvětšeno 200x



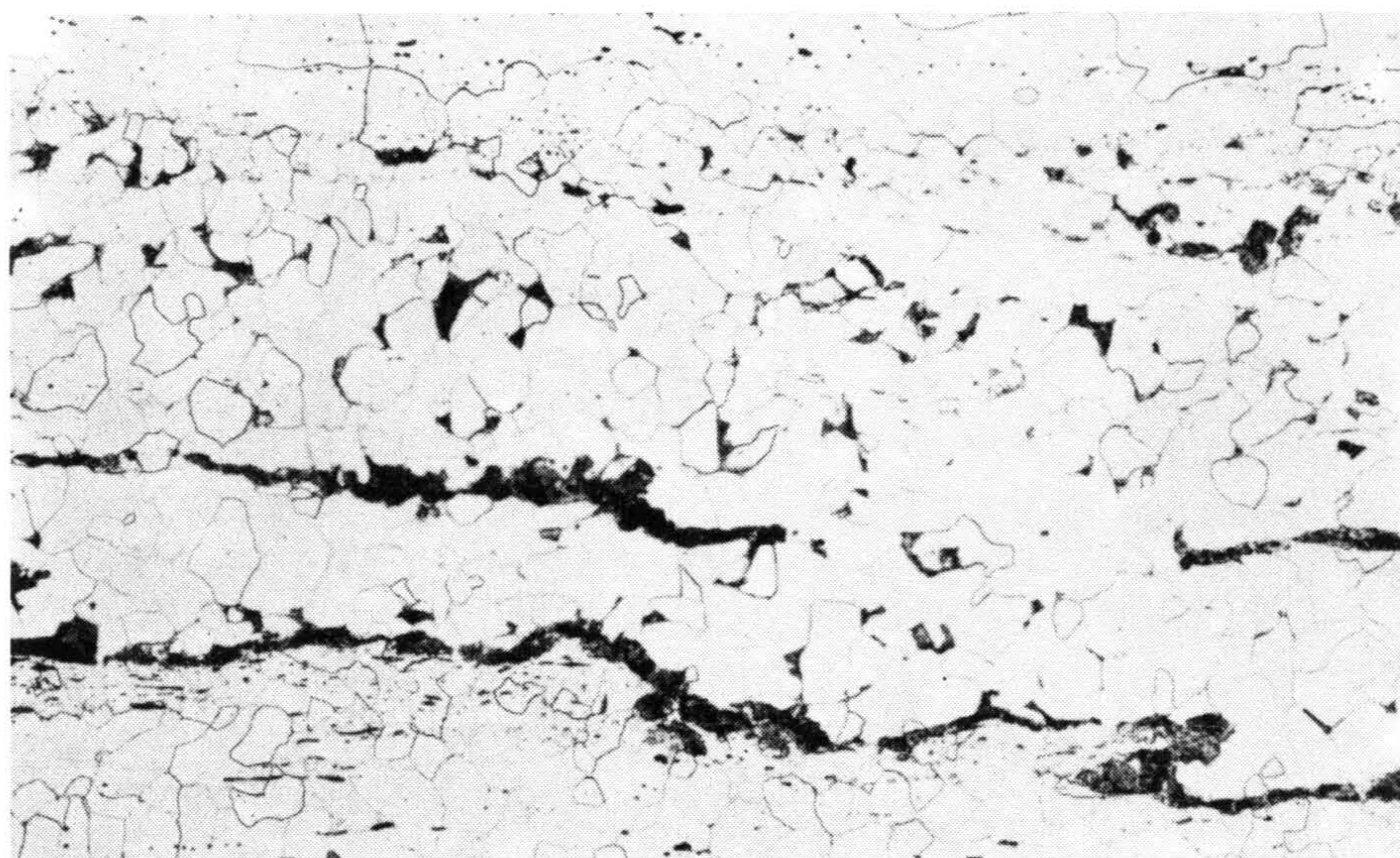
Obr. 3 Feriticko-perlitická struktura podkovy.
Leptáno nitalem, zvětšeno 200x



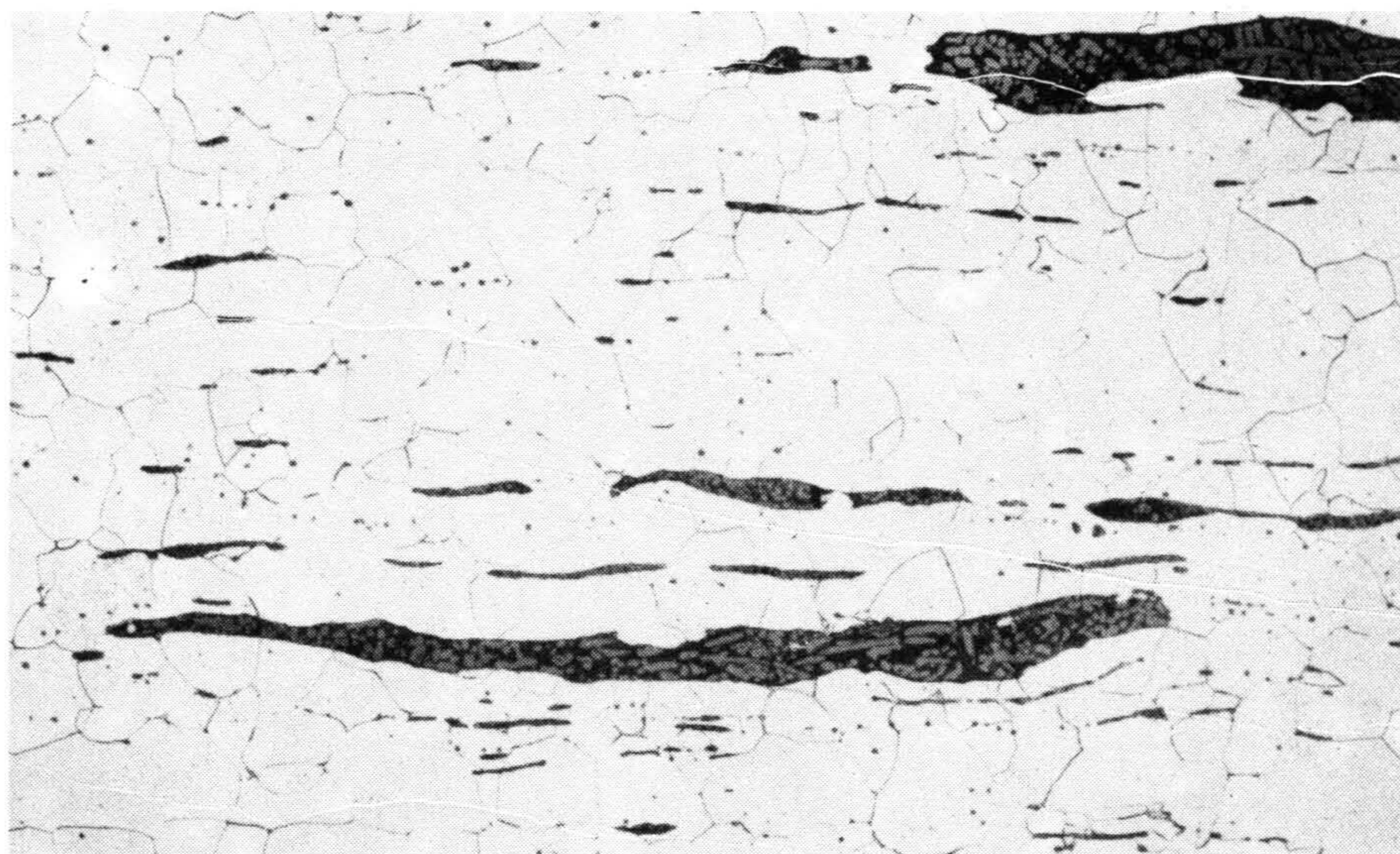
Obr. 4 Kroužek přezky - okraj. Zbytky feritické struktury
v korodované vrstvě. Leptáno nitalem, zvětšeno 200x



Obr. 5 Kroužek přezky - střed. Feritická struktura.
Leptáno nitalem, zvětšeno 200x



Obr. 6 Feritická struktura kolíku s malým podílem perlitu
v oblasti středu. Leptáno nitalem, zvětšeno 200x



Obr. 7 Feritická struktura kolíku při okraji.
Leptáno nitalem, zvětšeno 200x