

KRALJEVINA JUGOSLAVIJA

UPRAVA ZA ZAŠTITU



INDUSTRIJSKE SVOJINE

KLASA 18 (2).

IZDAN 1 SEPTEMBRA 1940

PATENTNI SPIS BR. 16034

Inland Steel Company Chicago, U. S. A.

Postupak za proizvodnju čelika.

Prijava od 30 novembra 1938.

Važi od 1 decembra 1939.

Naznačeno pravo prvenstva od 14 maja 1938 (U. S. A.).

Ovaj se pronalazak odnosi na postupak za proizvodnju čelika i to naročito onih vrsta čelika, koje se obično upotrebljavaju gde god je potrebno, da se izvrši prethodna mašinska obrada pre nego što se predmet pusti u promet ili upotrebu; ali, očevidno je da se ovaj postupak ne ograničava samo na te vrste i na takve namene izrađenih čelika.

U ranijoj praksi, radi poboljšanja sposobnosti čelika da se može mašinski obrađivati, obično se je pribegavalo dodavanju sumpora takvim čelicima. Ponekad je bio upotrebljavan i selenijum, mada mu je cena toliko visoka, da je njegova upotreba skoro nemoguća. Kadgod su sumpor ili

selenijum bili upotrebljavani za ovo poboljšanje spodobnosti čelika za obradu na mašinama, oni su bili dodavani u takvim količinama, da se osigura u izrađenom čeliku sadržaj od preko 0,05% sumpora ili selenijuma, ili ako se oba ta elementa upotrebe, onda je bilo potrebno da oni zajedno iznesu više od 0,05%.

Na primer, neke vrste čelika koji se lako obrađuju i seku, dostigle su utvrđene norme i priznate klasifikaciju u industriji čelika. Udruženje Automobilskih Inženjera priznaje ovu naročitu vrstu čelika i propisalo je norme za njegov hemijski sastav, u sledećoj tablici nalaze se podatci normalizovanih vrsta takvih čelika:

Tablica I

(S. A. E) — Udruženje Automobilskih inženjera — Čelik lake obrade.

S. A. E No	Granice Ugljenika	Granice Mangana	Granice Fosfora	Granice Sumpora
1112	0,08—0,16	0,60—0,90	0,09—0,13	0,10—0,20
X1112	0,08—0,16	0,60—0,90	0,09—0,13	0,20—0,30
1115	0,10—0,20	0,70—1,00	0,045 maks.	0,075—0,15
1120	0,15—0,25	0,60—0,90	0,045 maks.	0,075—0,15
X1314	0,10—0,20	1,00—1,30	0,045 maks.	0,075—0,15
X1315	0,10—0,20	1,30—1,60	0,045 maks.	0,075—0,15
X1330	0,25—0,35	1,35—1,65	0,045 maks.	0,075—0,15
X1335	0,30—0,40	1,35—1,65	0,045 maks.	0,075—0,15
X1340	0,35—0,45	1,35—1,65	0,045 maks.	0,075—0,15

Može se zapaziti da se sve ove vrste čelika odlikuju naročito velikim sadržajem sumpora (0,075—0,300%), većim nego što je to uobičajeno za vrste čelika, koje ne potpadaju pod klasu lake obrade. Može se šta više reći, da je ovo povećanje sumpornog sadržaja opšte priznati i usvojeni način za poboljšanje podobnosti čelika za mašinsku obradu, i da ih na taj način uvrste u klasu čelika koji se lako daju obrađivati.

Međutim, upotreba sumpora u tako relativno velikim procentima a u cilju poboljšanja podobnosti čelika za obradu na mašinama, ima izvesnih važnih nedostataka i ograničenja. Ovo dodavanje izaziva težnju da se stvaraju teškoće pri obradi čelika na vruće, kao pri valjanju usijanih izlivaka. Prema tome, bilo je potrebno u opštoj praksi da se takve vrste čelika sa relativno velikim sadržajem sumpora obrađuju i valjaju na relativno višim temperaturama, nego ostale vrste lako obradljivih čelika, koje nemaju tako veliki sadržaj sumpora. Pored toga, opšta metalurgijska praksa bila je, kad god je upotrebljavan veliki procenat sumpora, da se poveća i upotrebi relativno veća količina mangana, da bi se sprečila ili smanjila krtoća takvog čelika pri obradi na crvenom usijanju.

Pored toga, upotreba suviše velikog sadržaja sumpora u čeliku, čak i u granicama koje su date u gornjoj tablici, ima za posledicu da čelik dobija izvesne nepoželjne fizičke osobine, koje su čak i štetne, kao na primer, vrlo mala podobnost na tegljenje (izduživanje).

Isto je tako priznato, da se pod izvesnim okolnostima, povećanjem sadržaja fosfora može povećati podobnost čelika za obradu na mašinama. To je naročito tačno kod čelika, koji sadrže malo ugljenika, i koji su relativno mekani, te pokazuju težnju da se povlače iza noža, t. j. da ih nož vuče za sobom pri obradi na mašini. Isto je tako poznato da se povećanjem sadržaja fosfora može ova nezgoda donekle otkloniti. Međutim, i ovom poboljšanju ima granica. Suviše veliki sadržaj fosfora može prouzrokovati suviše veliku tvrdoću, te se može nepoželjno odstupiti od željene duktilnosti, ili istegljivosti. U nekim vrstama čelika, izvesan iznos istegljivosti veoma je potreban, te je primena povećanih primesa fosfora u cilju poboljšanja podobnosti za obradu na mašinama sasvim nepraktična, pošto ima za težnju da smanji istegljivost.

Besemerov čelik obično je lakši za obradu na mašinama, nego čelik iz otvorenih peći. Međutim, danas Besemerov-čelik košta nešto više nego čelik iz otvorenih

peći, i mnogo je teže održavati mu sastav, nego što se to postiže kod čelika iz otvorenih peći, a neke topionice čelika i nemaju peći za Besemerov čelik. Zbog tih i drugih razloga, u poslednje vreme potražnja čelika iz otvorenih peći, stalno raste na račun potražnje besemerovog čelika. Prema tome, jako je poželjno da se proizvede čelik iz otvorenih peći, koji bi bio isto tako podesan za obradu na mašinama kao i besemerov čelik. Međutim, to se nije moglo postići povećavanjem sumpornog sadržaja a da se štetno ne žrtvuju druge važne fizičke odlike i podobnosti.

Mada je priličan napredak učinjen poboljšavajući podobnost čelika za obradu na mašinama, poglavito povećavanjem sumpornog sadržaja, i mada industrija sada ima na raspoloženju najmanje devet vrsti čelika, koje su uvršćene u normama Udruženja automobilskih inženjera, te se izbor može lako učiniti između tih vrsta prema prirodi i opsegu mašinske obrade i željenih mehaničkih osobina u dovršenom proizvodu, ipak ostaje potreba da se još i dalje poboljša podobnost čelika za obradu na mašinama. To je naročito tačno, ako se to poboljšanje može postići bez gubitka ostalih poželjnih odlika i osobina, kao što su laka obrada na crvenom usijanju sa odgovarajućom istegljivošću i ostalim poželjnim fizičkim osobinama. Poznato je da su razni istraživači obavili veoma opsežna ispitivanja upućena u pravcu poboljšanja lako obradljivih čelika, pri čemu su oni varirali hemijski sastav i gde su proučavali nove načine za dodavanje elemenata kao što su sumpor, fosfor, mangan i ugljenik, u razne iznose zadržanog kiseonika u čeliku.

Međutim, sve do ovog pronalaska, nije postojao neki značajniji napredak u pogledu poboljšanja podobnosti čelika za mašinsku obradu. Ovaj se pronalazak poglavito zasniva na činjenici, na je zapaženo i otkriveno da se podobnost za mašinsku obradu čelika može poboljšati unošenjem olova u čelik, samo ako se olovo unese u čelik pod takvim okolnostima, i na takav način, da se osigura da će u čeliku olovo i ostati čak i posle hlađenja u dovoljnoj količini i u vrlo ravnomerno rasprostrtom stanju - disperziji. Na taj se način može proizvesti čelik lake obrade prostim uvodenjem olova u čelik bilo kao zamena za jedan deo ili za celokupni dotadanji sadržaj sumpora, koji se upotrebljava u današnjim vrstama čelika, koje se lako obrađuju, ali sve to pod uslovom, da se olovo dodaje u takvim količinama i pod takvim okolnostima, da se osigura srazmerno disperzija olova u celoj masi čelika. Isto je tako bilo utvrđeno, da će tako uvršćeno olovo u če-

liku poboljšati njegovu podobnost za obradu na mašinama. Čak iako se n bi postiglo da se proizvede čelik, koji bi potpadao pod klasu „čelika lake obrade“. Pored toga, utvrđeno je da tako uneto olovo ne smanjuje primetno poželjne mehaničke odlike čelika. Novost ovog pronalaska podvlači se baš činjenicom, da su mnogi istraživači proučavali legure gvožđa i olova, i čelika i olova, i objavili u tehničkoj literaturi da se olovo ne rastvara u dvožđu.

Dr. M. Hansen, u svojoj knjizi o binarnim legurama, objavljenom kod Juliusa Springera, Berlin, u 1936 godini, na strani 716 daje pregled legura gvožđa i olova. Njegove krivulje pokazuju da nema rastvorljivosti ispod tačke topljenja gvožđa, a iznad te temperature postoje dva tečna sloja sa vrlo malom rastvorljivošću. On navodi takode i Isaac Tammann-a (Z. Anorg. Allg. Chem. Vol. 55, 1907 str. 38) koji su takode zaključili da su ova dva metala praktično nerastvorljivi jedan u drugom čak i u tečnom stanju. Hansen takode navodi u Stevenhagen i Schucard-a (Z. Anorg. Allg. Chem. Vol. 186 - 1930 - str. 277) da se otvrdli izlivak formira u dva oštro razdvojena sloja i da su metali praktično nerastvorni jedan u drugom. On takode navodi iz Tammann i Oelsen-a (Ber. Itsch. Chem. Ges. Vol. 35 (1902) strana 910) da je rastvorljivost gvožđa u olovu ravna 3×10^{-4} procenata i da olovo nema nikakvog uticaja na temperaturu transformacije gvožđa. Nesumnjivo, ova ispitivanja, koja su u literaturi objavljena, kao što je to gore navedeno i prikazano, odvela su istraživače na stranputicu i sprečili ih da upotrebe olovo kao dodatak čeliku u cilju poboljšanja podobnosti čelika za obradu na mašinama, naročito za proizvodnju čelika za laku obradu.

Meni je poznato da postoje već ranije zaštićeni predlozi da se upotrebi olovo u gvozdenim metalima, ali su ti predlozi ili predviđali upotrebu olova u livenom gvožđu, ili u naročitim čeličnim legurama, ili su bili zasnovani na manje - više opštim idejama, da bi olovo moglo pročistiti i preinačiti prirodu čelika na takav način, da se smanji ili svede na minimum pojava grešaka u izlvcima od takvog metala. U nekim slučajevima, količine olova, koje su predlagane, bile su toliko velike, da pokazuju potpuno odsustvo svakog razumevanja praktičnih izgleda na izradu i prodaju takvog čelika. U svakom slučaju, meni nije poznato da ijedan zaštićeni predlog u ovoj industriji nije čak ni napomenuo a kamoli predložio da se olovo upotrebi u običnom čeliku radi poboljšanja njegove podobnosti za obradu na mašinama, niti je

makoji od ranijih ispitivača makad samo nagovestio da će olovo, kada se unese u čelik u odgovarajućim procentima, imati za posledicu to, da će čelik postati „lak za obradu“, bilo sam po sebi, bilo u kombinaciji sa sumporom ili makojim drugim elementom.

Pri izvodenju ovog postupka, dadavano je olovo u čelik na izvesan broj raznih načina, koji će biti opisani detaljnije u daljem tekstu. Ovde će biti dovoljno da se naznači, da izgleda vrlo važno, da se olovo dodaje čeliku u veoma usitnjenom stanju, i pod uslovima pod kojima snažno mešanje čelika nastaje. Na primer, olovo je sa uspehom bilo unošeno u rastopljeni čelik, kada je u vrlo usitnjenom stanju bilo dodavano rastopljenom čeliku u topioničkom loncu u visoko frekventnoj indukcionoj peći, koja po svojoj prirodi, stvara veoma snažno mešanje čelika. Isto je tako sa uspehom bilo olovo rasprostranjeno kroz rastopljeni čelik, uvodeći ga u kalupe za livenje za vreme samog ulivanja istopljenog čelika, i to najradije još odmah po početku izlivanja ili sipanja u kalup. Isto je tako važno, da se olovo unese u količinama koje su dovoljne da se osigura da se željeni iznos zadrži u čeliku. Na primer, moje probe pokazuju da unošenjem olova u srazmeri od 1% po težini čelika, može da osigura zadržavanje olova od približno 0,50 do 0,70% pod pogodnim uslovima.

Čelik sa sadržajem olova, načinjen prema ovom mom pronalasku, ima izvesne odlike u svojoj mikro-strukturi, koja se može istaći odgovarajućom metalografskom tehnikom, i ta struktura ima izvesne odlike, koje su svojstvene ovim vrstama čelika sa olovnim sadržajem i poboljšanim podobnostima za obradu na mašinama.

U priloženim crtežima nalaze se i otisci tih foto-mikrografija koje su uveličane na 500 diametara, te se upoređivanjem mogu jasno zapaziti odgovarajući odnosi.

Slika 1 prikazuje fotomikrografiju čelika A, koji je tako označen u Tablici II koja sleduje, i koja pokazuje sastojke tog čelika, odakle se može videti da on ne sadrži nimalo olova.

Slika 2 prikazuje mikrostrukturu čelika B, koji je takode prikazan na Tablici II, odakle se može videti da taj čelik ima skoro istovetan hemijski sastav kao i čelik A, samo što sada sadrži 0,12% olova pored svih ostalih svojih sastojaka.

Slika 3 prikazuje mikrostrukturu čelika C, koji je takode označen u Tablici II, i odakle se može videti da on ima skoro istovetan hemijski sastav kao i čelik A, samo što sadrži 0,478% olova pored ostalog.

Tablica II.

Hemijski sastav čelika: A, B i C.

Čelik Br.	Hemijski sastav procenata					
	C	Si	Mn	S	P	Pb
A	0,11	0,012	0,63	0,193	0,017	—
B	0,10	0,012	0,55	0,204	0,019	0,12
C	0,11	0,008	0,62	0,235	0,017	0,478

Olovo izgleda da je rasprašeno kroz čelik u delimično sub-mikroskopskom obliku. Brojnost malih crnih tačaka, koje su u stvari mrlje načinjene postupkom izjedanja kiselinom, i koje su u tolikoj većini kod čelika sa olovom sa slika 2 i 3, u odnosu na bitan nedostatak olova u čeliku sa slike 1, jasno pokazuje da je olovo potpuno rasprašeno kroz čelik. Električna provodljivost dokazano je probama, nije smanjena unošenjem olova, te se otuda može zaključiti da se olovo ne nalazi u čvrstom rastvoru u čeliku, već da se u njemu nalazi u jako rasprašenom stanju.

Ja sam dodavao olovo rastopljenom čeliku u glavnom istog sastava kao što je bio čelik A, i to u raznim količinama u obliku minerala galenita (PbS sa približno 86,6% Pb i 13,4% Zn) da bi dobio one druge čelike B i C. Mnoge druge vrste čelika sa olovnim sadržajem bile su načinjene i ispitane, upotrebljavajući eksperimentalne izlivke u težini od 7 do 150 kila, i industrijske izlivke u težini od po 5000 kilograma.

Mada je olovo bilo dodato čeliku B i čeliku C u obliku galenita nađeno je takođe, da se olovo može dodati i na makoji drugi način, te se ovaj pronalazak ne ograničava ni na jedan naročiti način za dodavanje olova. U obavljenom eksperimentalnom radu, bilo je utvrđeno da se olovo može dodati istopljenom čeliku upotrebljavajući metalno olovo, galenit, kao neku leguru, na primer legura od jednakih delova olova, kalaja i antimona, legura za lemljenje, koja je sadržavala oko 60 od sto olova i 40 od sto kalaja, lagerski metal koji je sadržavao 66% bakra, 32 procenta olova i 2% kaljaja, litarga i olovnog orto-fosfata. bilo je utvrđeno i prikazano da se olovo može dodati čeliku na makoji bilo od gore navedenih načina i pomoću bilo kojeg sredstva, koje sadrži potrebne količine olova. Pri tome je bilo utvrđeno da se olovo zadržava u čeliku u granicama od 15 do 64 procenata. Ovo zadržavanje olova u čeliku zavisi od većeg broja faktora. Povećanjem trajanja vremena između dodavanja olova i izlivanja čelika, izgleda da pot-

pomaže zadržavanje olova u čeliku pod izvesnim okolnostima. Zadržavanje je bolje uspevalo kada su dodavane relativno male količine olova, na primer 0,40 procenata, nego kada je dodavanje bilo mnogo značajnije na primer, 1,5 procenata. Hemijski sastav čelika može da ima nekakvog uticaja na zadržavanje olova, ali ovaj odnos nije bio utvrđen na definitivni način. Kao što će se to docnije prikazati, olovo je bilo dodavano raznim vrstama čelika najraznovrsnijeg hemijskog sastava.

Rastvorljivost olova u rastopljenom i u čvrstom čeliku nije definitivno poznata, ali čelik koji sadrži 0,53% olova utvrđeno je da sadrži to olovo, ako ne sve, a ono najvećim delom u stanju disperzije, a ne u rastvoru. Isto je tako bilo utvrđeno, da sve do tog procenta sadržaja, olovo nastavlja da poboljšava podobnost čelika za mašinsku obradu.

Probe isto tako pokazuju da, pri hladnom izvlačenju šipki od čelika sa olovnim sadržajem, namenjenih za izradu zavrtnja, postignuto je smanjenje natezanja da se proizvede izvesno smanjenje u površini preseka, od 7,5 do 14,5% za smanjenje površine preseka od 1% i 21% respektivno, dodavanjem olova u iznosu od 0,14% a opterećenje je takođe opalo za 10,2% do 19,6% respektivno za slično smanjenje površine preseka, kada je čeliku dodato 0,25% olova. Ove vrste čelika, koje su vučene na hladno, sadržavale su, pored olovnog sadržaja još i: 0,18% C, 0,81% Mn, 0,022% P 0,134% S, 0,013% Si, a onaj drugi čelik, 0,18% C, 0,75% Mn, 0,021% P 0,127% S i 0,014% Si. Što više, iskustvo u industrijama koje obrađuju čelik načinjen prema ovom pronalasku, pokazuje da ove vrste čelika sa olovnim sadržajem ostaju mnogo hladnije pri obradi nego druge vrste pravih čelika za laku obradu, što verovatno dolazi od smanjenog trenja između oljuštine i noža.

Kada se olovo dodaje u iznosima od 0,80 do 1,5 od sto, zapaženo je da postoji težnja da se nešto olova slegne na dno kalupa i to zbog svoje velike specifične težine. Vrlo je moguće, međutim, da se du-

gim zadržavanjem i mešanjem na temperaturi na kojoj se čelik stvara, može znatno povećati zadržavanje olova u čeliku čak i preko vrednosti od 0,53 procenata, koji je procenat maksimum, do kojeg smo došli do sada u našim pokusnim topljenjima.

Dodavanje olova u čelik sa relativno velikim sadržajem sumpora od oko 0,20 procenata, a takođe i čeliku sa relativno malim sadržajem sumpora od približno 0,03 procenata, bilo je brižljivo ispitivano, te i ovde izgleda da ne postoji neka naročita razlika u količini zadržanog olova u čeliku ili u količinama koje se izbacе napolje. Utvrđeno je da se dodavanjem olova čeliku, koji sadrži bilo mali, bilo veliki procenat sumpora, vrlo zapažljivo poboljša podobnost čelika za obradu na mašinama. Kada se olovo dodaje u obliku galenita, onda se sadržaj sumpora u čeliku povećava usled sadržaja sumpora u mineralu.

Olovo je bilo dodavano i čeliku sa sadržajem mangana od 0,80 do 1,35 procenata i bitno ista poboljšanja u podobnosti za obradu na mašinama i isti procenti zadržavanja olova bili su postignuti. Isto tako, olovo je bilo dodavano i čeliku sa sadržajem silicijuma od 0,05 do 0,25 procenata, bez ikakve vidljive razlike u količini zadržanog olova ili u uticaju na podobnost mašinske obrade.

Moja istraživanja pokazala su da se olovo može dodavati u raznim stupnjevima proizvodnje čelika.

Olovo u raznim oblicima, kao metalnom, sulfidim i drugim olovnim jedinjenjima, bilo je dodavano u topioničke peći dok je čelik u rastopljenom stanju. Isto je tako bilo dodavano i u razlivne lonce, kada je čelik natočen iz visoke peći ili iz nekog drugog većeg razlivnog lonca. Mada se olovo može dodavati zajedno sa punjenjem u otvorenu peć, na primer, mi to nerado izvodimo zato, što postoji opasnost da se olovo istopi mnogo ranije i da napadne na refraktorni materijal peći.

Pošto se čelik istopi, olovo se može do-

davati sa mnogo manje opasnosti da će napadati refraktorni materijal peći. Najradije primenjivani načini za dodavanje olova jesu:

Da se olovo dodaje istopljenom čeliku u samom kalupu, i to u obliku tankog mlaza usitnjenog olova, kada se već jedan deo istopljenog čelika uspe u kalup, pri čemu se taj mlaz olova upravi na mlaz istopljenog čelika, koji teče nadole u kalup iz izlivne kašike ili lonca, produžujući ovo dodavanje za prilično dugo vreme.

Da se olovo dodaje u istopljeno punjenje topioničke peći pre istakanja istopljene mase, ili

Da se olovo dodaje istopljenoj masi čelika u loncu za izlivanje, prilikom usipanja istopljene čelične mase.

Pri ispitivanju podobnosti čelika za mašinsku obradu, primenjivali smo probe bušenja i testerisanja. Vršeno je upoređenje između vremena potrebnog za pretesterisanje jedne šipke čelika vučenog na hladno, koji je bio vrste S. A. E. 1020 i vremena potrebnog za isti posao sa šipkom iste veličine, ali od eksperimentalnog čelika. Iz tih podataka izračunat je „indeks testerisanja“ koji je ustvari dobijen deljenjem vremena potrebnog da se pretesterise izvesna šipka čelika eksperimentalne vrste, sa vremenom potrebnim da se pretesterise šipka čelika vrste S. A. E. 1020 pod istim okolnostima i iste veličine. Slična upoređenja vršena su i za probe bušenja, pri čemu je vreme potrebno da se izbuši ista dubina u eksperimentalnom čeliku i u čeliku formirane vrste S. A. E. 1020 pod istim okolnostima bilo utvrđeno, pa je to vreme dalo „indeks bušenja“. Očevidno je da manji indeks pokazuje bolju podobnost za mašinsku obradu. Iako su mnoge vrste čelika bile proučavane, dovoljno je da iznesemo sledeće podatke, koji će pokazati preimućstvo sadržaja olova u čeliku.

Upoređenje raznih vrsta čelika i odgovarajući indeksi prikazani su u sledećoj tablici:

Tablica III

Uticaj olova na podobnost za mašinsku obradu

Br. Čelika	Hemijski sastav u %						Indeks podobnosti	
	C	Si	Mn	P	S	Pb	Testerisanje	Bušenje
2962	0,11	0,012	0,63	0,017	0,193	Trag.	84	98
2966	0,10	0,012	0,55	0,019	0,204	0,122	69	80
2967	0,11	0,010	0,59	0,017	0,207	0,257	58	73
2968	0,11	0,010	0,58	0,019	0,214	0,342	53	70
2969	0,11	0,008	0,62	0,017	0,235	0,478	47	69

Očividno je da se iz podataka tablice II može zaključiti da je indeks podobnosti za mašinsku obradu jako poboljšana dodavanjem olova i da u obuhvaćenom opsegu, a to je, od bitno samo tragova olova do 0,478 procenata olova, podobnost za mašinsku obradu jako porasla sa porastom procenata sadržanog olova. Mora se ukazati na činjenicu da čelik No. 2962, u kome se olovo nalazi samo u tragovima, predstavlja vrstu sa relativno velikim sadržajem sumpora, kao što se upotrebljava u trgo-

vinama pod imenom čelika za laku obradu, ali da je pridodatak olova veoma poboljšao njegovu podobnost za mašinsku obradu.

Izvršena su upoređenja podobnosti za mašinsku obradu čelika izradenog prema ovom pronalasku i normalnih trgovačkih vrsta čelika za laku obradu, koje su bile nabavljene u slobodnoj trgovini. Rezultati dobijeni sa tim trgovinskim čelikom izloženi su u Tablici III-A.

Tablica III-A

Proba podobnosti za mašinsku obradu trgovinskih čelika za laku obradu

Čelik Br.	O P I S	Indeks podobnosti za obradu	
		Testerisanje	Bušenje
1	Trgovinski Besemer	70	96
2	" "	77	92
3	" "	69	92
4	" "	70	95
5-1	Trgovinski iz otvorene peći	88	95
5-2	" Besemer	71	94
6	" "	84	94
7	" " X-marke	72	85

Upoređujući podatke iz tablice III-A sa onima iz tablice III očividno je da čelik prema ovom pronalasku, koji sadrži 0,122% ili više olova ima mnogo manje indekse podobnosti za obradu na mašinama i da je prema tome pogodniji za mašinsku obradu. Podobnost je najizrazitija kod čelika sa velikim sadržajem olova.

Poznato je da postoje ograničenja u pogledu poboljšanja podobnosti za mašinsku obradu čelika dodavanjem povećanih količina sumpora i drugih do sada upotre-

bljavanih sredstava i načina u industriji čelika, i jedno od tih ograničavanja jeste gubitak poželjnih osobina u dovršenom proizvodu. Osobine čelika prema ovom pronalasku bile su dobro ispitane u mnogim pravcima, i nađeno je da se ovim dodavanjem olova u opsegu od 0,10 do 0,478 procenata ne proizvodi nikakav zapažljivi štetan uticaj na mehaničke osobine. Ti odnosi prikazani su u tablici IV za iste čelike, koji su prikazani u tablici III.

Tablica IV.

Odnos sadržaja olova prema mehaničkim osobinama čelika.

Čelik Br.	Sadržaj Olova %	Jačina u kg/mm ²		Izduženje u %	Smanjenje preseka %	Oštar udar u kgmetrima
		Popušt.	Kidanje			
2962	Trag.	52,75	53,1	17,5	55,2	3,12
		52,90	53,3	16,5	56,0	3,24
2968	0,122	50,2	51,55	17,5	56,3	2,76
		51,0	51,89	19,0	56,2	2,69
2967	0,257	51,5	52,3	17,5	52,8	2,49
		51,35	53,1	18,5	57,0	2,83
2968	0,342	50,2	51,2	19,5	56,2	2,69
		49,8	50,6	18,5	56,2	2,76
2969	0,478	51,6	52,4	17,5	52,2	2,42
		51,3	51,5	18,5	52,5	2,69

Probe prikazane u tablici IV bile su izvršene sa hladno valjanim šipkama te zato predstavljaju uobičajenu trgovinsku praksu, pošto su šipke od čelika za laku obradu obično valjane na hladno u velikim industrijskim preduzećima. Očividno je da se dodavanjem olova do 0,478 procenata stvarno ne smanjuju nikakve mehaničke osobine čelika, dok podatci iz tablice III pokazuju da se dodavanjem olova čeliku jako povećava podobnost za obradu na mašinama.

Uticaj dodavanja azota (nitrogena) i fosfora takode je bio ispitivan. Oba ova elementa imaju otvrdnjavajući uticaj uz povećanje jačine kada se dodadu čeliku. Iz toga razloga oni mogu ali ne moraju uvek

da poprave podobnost za obradu na mašinama. Ako je čelik toliko mekan, da se vrlo teško obrađuje, onda se dodavanjem fosfora ili azota, ili oba ta elementa, postiže izvesno poboljšanje u podobnosti za obradu na šinama. S druge strane, ako je čelik dovoljno tvrd za dobru obradu na mašinama, onda se daljim dodavanjem azota ili fosfora ili oba ta elementa može samo štetiti podobnost za obradu na mašinama, pošto oni povećavaju tvrdoću do vrednosti koja je veća nego optimum za najveću podobnost za obradu na mašinama.

Uticaj povećanja količine azota i fosfora na tvrdoću i jačinu čelika istog osnovnog sastava prikazan je u tablici V.

Tablica V.
Uticaj azota i fosfora na tvrdoću i jačinu čelika.

Osnova	Hemijski sastav u procentima						Brinell tvrdoća	Jačina na istezanje u kg/mm ²
	C	Mn	Si	S	P	N		
Osnova*)	0,04	0,90	0,09	0,176	0,012	0,008	150	49,9
2255	0,07	1,06	0,08	0,170	0,016	0,014	170	55,5
2241	0,03	0,75	0,05	0,153	0,010	0,020	185	57,3
Osnova*)	0,04	0,90	0,09	0,175	0,012	0,008	150	49,9
2246	0,03	0,87	0,05	0,172	0,055	—	159	53,3
2247	0,04	0,97	0,07	0,173	0,114	—	163	56,95
2248	0,07	0,99	0,10	0,174	0,207	—	187	63,3

*) Prosečno za tri topljive osnove № 2242, 2243 i 2245.

Odnos povećanja količine azota i fosfora prema podobnosti za obradu na mašinama prikazan je u tablici V-A, u kojoj su razne vrste čelika pobrojane u tablici V prikazane u probama. Radi upoređenja, ta-

blica V-A daje probe podobnosti za obradu jedne serije čelika sa sadržajem olova, ali izradenog od istih osnova kao i one vrste čelika sa tabele V, kojima je dodavano azota ili fosfora.

Tablica V-A
Uticaj azota i fosfora na podobnost za obradu na mašinama.

Čelik Br.	Azota %	Fosfora %	Olova %	Indeks podobnosti	
				Testerisanje	Bušenje
Osnova	0,008	0,012	—	1,11	0,81
2255	0,014	0,012	—	1,07	0,84
2241	0,020	0,012	—	1,11	0,85
Osnova	0,008	0,012	—	1,11	0,81
2246	0,008	0,055	—	0,98	0,83
2247	0,008	0,114	—	0,98	0,83
2248	0,008	0,207	—	0,95	0,95
Osnova	0,008	0,012	—	0,11	0,81
2256	0,008	0,012	0,04	1,04	0,79
2257	0,008	0,012	0,10	1,86	0,75
2258	0,008	0,012	0,18	0,79	0,77

Podatci u tablicama V i V-A pokazuju odnosne uticaje azota, fosfora i olova na podobnost za mašinsku obradu. Povećanjem olova od 0,04 do 0,18 procenata nije se povećala tvrdoća šipki bilo da su valjane na toplo ili hladno, već šta više tvrdoća je nešto malo spala. Prema tome očividno je da se pri izvodenju ovog pronalaska može ukazati potreba da se u nekim slučajevima sastav osnovnog čelika varira kako bi se dobila poželjna tvrdoća i jačina i to podešavajući sadržaj ugljenika, fosfora, mangana, silicijuma i azota. Kada se postignu željene mehaničke osobine takvog čelika, olovo se dodaje da mu popravi podobnost za mašinsku obradu, a ovo dodavanje olova ima veoma malo uticaja na mehaničke osobine tako načinjenog čelika.

Pri proizvodnji čelika za laku obradu prema ovom pronalasku, čelik se najradije valja na hladno da bi mu se time još više povećala podobnost za obradu na mašinama. Ovim se ne samo poboljšava ta podobnost, već se olakšava i postizanje karakterističnih dimenzija koje odgovaraju relativno uskim tolerancijama koje se normalno traže i propisuju u industriji.

Kao što je to napred bilo rečeno, moj se pronalazak poglavito odnosi na čelik. Pod opseg ovog mog pronalaska naročito potpadaju sve gvozdene legure koje sadrže ugljenika u procentima manjim od 1,70%. Kao što je gore rečeno, moj se pronalazak može primeniti na svaku vrstu čelika, obuhvatajući tu i legirne vrste čelika za brzo sečenje itd., koje se predviđaju za dalju obradu na mašinama. Opseg mog pronalaska predviđa upotrebu olova i u takvim vrstama čelika, i to u procentima od 0,03 do 1%. Ovaj moj pronalazak nalazi naročito podesnu primenu u vezi sa t. zv. „čelikom za laku obradu“ u kome se nalazi sumpora u procentima od 0,05 do 0,30% pošto je utvrđeno da se prisustvom olova u tim vrstama čelika, u procentima od 0,03 do 1% vrlo značajno poboljšava podobnost tih čelika za laku mašinsku obradu.

U naročitom odnosu na vrste čelika za laku obradu, čije su karakteristike gore navedene, ističemo da su ovim pronalaskom postignuti poboljšanje i veoma važni i novi rezultati, kada se olovo upotrebi u čeliku u pravalnim količinama. U stvari, ja sam sada u mogućnosti da proizvedem čelik koji sadrži samo tragove sumpora ili takve količine, koje se ne mogu normalno izbeći, i da, u isto vreme, dobijem čelik koji se isto tako dobro daje obrađivati na mašinama, te da pada u istu klasu čelika

poznatih kao podobni za laku obradu, i može se upotrebljavati na isti način i u iste svrhe. Šta više, upotrebom olova da se postigne ova poboljšana podobnost za obradu, izbegava se svaka nezgoda, koja dolazi od upotrebe sumpora u relativno velikim količinama. Drugim rečima, upotrebom olova kao zamene za sumpor, dobija se značajna podobnost za obradu na mašinama, bez ikakvih škodljivih dejstva na fizičke osobine čelika.

Isto se tako naglašava, da se može postići željena podobnost za obradu na mašinama upotrebom olova u čeliku koji takođe sadrži i znatne količine sumpora. Kao posledica toga, moguće je da se postignu bolji rezultati u pogledu povećanja podobnosti za obradu nego što je to bilo moguće tamo, gde se samo polagalo na sumpor da to poboljšanje obavi, i to sada bez ikakvog žrtvovanja potrebnih ili poželjnih fizičkih osobina čelika. U stvari, upotrebom olova bilo samog, bilo zajedno sa sumporom- moguće je proizvesti čelik, koji ne samo da spada u klasu čelika za laku obradu, već ima i fizičke osobine koje su bolje nego čelik iste podobnosti za obradu, u kome je samo sumpor upotrebljen za poboljšanje te podobnosti.

Isto tako može se zapaziti da se upotrebom olova za poboljšanje podobnosti čelika za laku obradu, može proizvesti čelik, koji je mnogo podobniji za preradu na vruće, t. j. u usijanom stanju. Taj se čelik može obrađivati na nižim temperaturama bez prouzrokovanja krtoće, a to će reći, bez proizvođenja preterane krtoće ili nedostatka jačine čelika na crvenom usijanju. Pored toga, time se izbegava potreba iz dosadanje prakse, da se povećava sadržaj mangana u čeliku, da bi se kompenzirala težnja prema krtoći, koja se inače javlja zbog relativno velikog sadržaja sumpora. Iz toga izlazi, da se može proizvesti velika serija čelika za obradu na mašinama, gde se samo olovo u glavnom ili potpuno iskorišćuje za postizanje željenog poboljšanja lakoće pri obradi na mašinama.

Daljim ispitivanjem je bilo utvrđeno da se olovo može upotrebiti za poboljšanje podobnosti za obradu na mašinama i u vrstama čelika sa malim pa sve do velikog sadržaja ugljenika, a takođe i od malo i jako legiranih čelika. Tako su vrste čelika, čija je analiza prikazana u tablici VI, bile izlivenne, iskovane, i izvaljane u šipke od 25,4 mm Ø koje su zatim bile toplotno tretirane i isprobane na podobnost za mašinsku obradu putem proba testerisanjem.

0,04	0,08	0,12	0,16	0,20	0,24	0,28
0,04	0,08	0,12	0,16	0,20	0,24	0,28

Tablica VI.

Sastav experimentalnih izlivaka ugljeničnog i legiranog čelika.

Čelik Br.	Hemijski sastav u procentima								
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Pb
3494	0,15	0,84	0,09	0,024	0,025	—	—	00	ništa
3495	0,17	0,85	0,11	0,025	0,025	—	—	—	0,07
3496	0,47	0,74	0,09	0,027	0,025	—	—	—	ništa
3497	0,46	0,80	0,17	0,024	0,025	—	—	—	0,197
3498	0,88	0,74	0,16	0,022	0,024	—	—	—	ništa
3499	0,88	0,82	0,15	0,023	0,025	—	—	—	0,185
3502	0,48	0,74	0,14	0,022	0,017	0,72	1,42	0,16	—
3503	0,49	0,77	0,15	0,024	0,015	0,75	1,84	0,17	0,158
3569	0,14	0,62	0,46	0,010	0,012	17,2	7,86	—	—
3570	0,14	0,59	0,42	0,010	0,013	17,7	7,78	—	0,08

Podatci dati u tablici VI jesu rezultati analize u laboratoriji izvršene sa uzorcima uzetim od šipaka proizvedenih raznim izlivanjem i od šipaka koje su stvarno bile upotrebljene u probama za utvrđivanje podobnosti za obradu. Može se zapaziti da čelik br. 3494 ne sadrži nimalo pridodatog olova, dok čelik br. 3495 sadrži 0,07 procenata olova. Olovo je dodavano tim izliv-

cima u obliku oksida, tako da se ne bi povećao sadržaj sumpora upotrebom galenita. Isto tako, i u ostalim vrstama čelika sa tabele VI, po jedan od svakog para nema nikakvog pridodatog olova, dok onaj drugi sadrži olova u naznačenoj količini.

Rezultati mehaničkih proba tih vrsta čelika prikazani su u tablici VII.

Tablica VII.

Toplotno tretiranje i fizičke osobine eksperimentalnih izlivaka čelika.

Izlivak broj	Pb %	Toplotno tretiranje °C	Jačina u kg/mm ²		Izduženje %*)	Smanj. presek %*)	Oštri udari kgm	Tvrdoća po Brinell-u
			Popušt.	Kidanje				
3494	—	879°C. 1 h. hladj. na vazd.	31,6	43,75	40,0	66,5	6,9	114
3493	0,07	879° — 1 h. hladj. na vazd.	31,5	45,8	40,0	67,0	7,02	121
3496	—	815° — 1 h. hladj. na vazd.	43,4	66,40	28,5	50,6	3,15	179
3497	0,197	815° — 1 čas. hladj. na vazd.	45,5	68,80	28,5	52,0	3,29	179
3498	—	788° — 1 sat hladj. na vazd.	—	99,50	10,5	20,0	0,732	269
3499	0,183	788° — 1 sat hladj. na vazd.	—	97,7	12,3	23,4	0,732	277
3502	—	815° — 1 sat hladj. u peći	—	86,4	22,0	55,0	2,76	235
3503	0,158	815° — 1 sat hladj. u peći	—	103,8	17,5	44,9	2,07	262
3502	—	Utopljen u ulje sa 815° i odgrejan 2 sata na 538°	—	—	—	—	—	341
3503	0,158	Utopljen u ulje sa 815° i odgrejan 2 sata na 538°	—	—	—	—	—	341
3569	—	Kaljen u vodi sa temperature od 1093,3°C.	—	68,4	60,0	68,4	9,53	158
3570	0,08	Kaljen u vodi sa temperature od 1093,3°C.	—	69,00	57,0	66,7	8,56	159

*) Pokazane vrednosti rezultat su srednje vrednosti dvojnih proba.

Iz tabele VII može se lako videti da se dodavanjem olova u granicama od oko 0,10 do oko 0,20 procenata ne nanosi nikakvo štetno dejstvo na mehaničke osobine čelika.

Probe na podobnost čelika za mašinsku

obradu bile su izvršene posle toplotnog tretiranja uzoraka sa i bez dodatka olova, da bi mogla vršiti upoređenja uzoraka od približno iste tvrdoće po Brinell-u. Rezultati tih proba izloženi su u Tablici VIII.

Tablica VIII.

Uticaj olova na podobnost za testerisanje.

Čelik br.	Ugljenik %	Olovo %	Tvrdoća po Brinellu	Indeks testerisanja	Procenat poboljšanja podobnosti	Primedbe
3494	0,15	—	114	0,93	—	
3495	0,17	0,07	121	0,73	21	
3496	0,47	—	179	0,68		
3497	0,46	0,197	179	0,51	25	
3498	0,88	—	269	0,72		
3499	0,88	0,183	277	0,56	22	
3502	0,48	—	210	0,64	Slabo legirani izlivač
3503	0,49	0,158	210	0,55	14	„ „
3502	0,48	—	341	0,73		„ „
3503	0,49	0,158	341	0,58	21	„ „
3569	0,14	—	158	1,55	13+8 Čelik koji ne rdja
3570	0,14	0,08	159	1,38	11	„ „

Očevidno je prema gornjim podacima u Tablici VIII da se dodavanjem olova u svakom slučaju poboljšala podobnost za mašinsku obradu, i ovo poboljšanje kreće se od 11% za čelik sastava 18% Cr i 8% Ni kada se kali sa temperature od 1093,3° C., pa do 25% za normalni čelik S. A. E No. 1050. Slabo legirani čelik pokazivao je poboljšanje od 14% posle kaljenja do tvrdoće od 210 Brinell-a, ali kada je tvrdoća bila veća (na 341 Brinell-a), podobnost za obradu na mašinama poboljšana je za čitavih 21%.

Probe su vršene i sa čelikom koji sadrži velike procenante mangana, kao što je onaj, poznat u industriji pod imenom „austenični mangan-čelik“ ili „Hadfield mangan-čelik“. Taj čelik sadrži približno 1,25% ugljenika i 13,0—14,0% mangana, bez prime se olova u jednom izlivaču, i sa prime som od 0,50 procenata olova u drugom izlivaču. Izvaljane šipke tog približnog sa štava bile su zagrejane do 1038° C., održavane na toj temperaturi za vreme od jednog sata, pa zatim okaljene u vodi. Radnik na mašini alatljici primetio je da uzor-

ci kojima je bilo dodato olova, mnogo se bolje obrađuju i da su davali površinu sa mnogo manje „brazdanja“ na obradenom mestu nego uzorci bez olova.

Iz podataka navedenih u ranijim delovima opisa, može se zaključiti da bi se podobnost za obradu na mašinama čelika navedenih u tablici VI još više poboljšala, ako bi im se dodale još veće količine olova.

Izlivci od čelika sa olovnim sadržajem bili su načinjeni u industrijskim postrojenjima za izradu čelika i za izradu ploča i šipaka primenjena je uobičajena industrijska praksa. Analize su pokazivale čelik sa malim sadržajem ugljenika, i razne vrste takvog čelika, sa ili bez dodatka olova imale su iste analize sem čelika E i F, koji su sadržavali 0,10 procenata olova. Mehaničke probe pokazivale su da te vrste čelika imaju istu jačinu na istezanje i kidanje, isto istezanje, isto smanjenje površine poprečnog preseka, istu tvrdoću po Brinell-u i otpor na oštre udare. Probe na podobnost za obradu na mašinama, pokazale su sledeće rezultate:

Čelik Br.	Sadržaj olova u %	Indeks podobnosti		
		Testerisanje	Bušenje	Zajedno
E	0,10	66	75	70
F	0,10	68	74	71
G	ništa	85	98	91

Način na koji su vršene probe podobnosti za mašinsku obradu bio je isti kao što je to napred bilo objašnjeno, te je očevidna stvar da se dodavanjem olova u iznosu od 0,10 procenata podobnost za obradu na mašinama veoma mnogo poboljšala.

Ima se razumeti da, pored čelika namenjenih za laku obradu na mašinama i čelika upotrebljavanih u slične namene, opseg mogla pronalaska obuhvata i ostale vrste čelika kao čelik za dalekosežno izvlačenje, čelik za limove, čelik za kovanje i uopšte sve karburirane čelike bilo samo sa ugljenikom, bilo u legiranom stanju ili sastavu.

Razne izvršene probe pokazale su da se dodavanjem olova u odgovarajućim iznosima u izlivke gvožđa i čelika sa malim sadržajem ugljenika, koji su „lepljivi“ ili „testasti“ pri obradi na mašinama, može postići veliko poboljšanje podobnosti tih čelika i gvožđa za obradu na mašinama, iako su oni ranije bili poznati kao veoma nepodesni za obradu. Tako se, na primer, pokazuje da takva gvožđa i čelici, koji sadrže ugljenika u procentima od samo tragova do 0,10%, od tragova do 0,20 procenata mangana, od tragova do 0,20 procenata fosfora, od tragova do 0,20 procenata silicijuma i od tragova do 0,20 procenata sumpora, koji normalno nisu podobni za obradu na mašinama ili se slabo daju obradivati, da se njihova podobnost za obradu na mašinama može veoma mnogo poboljšati, čak do tog iznosa, da je ta podobnost u najmanju ruku u glavnom ekvivalentna normalnom čeliku za laku obradu, ako im se doda od 0,03% do 1,00% olova.

Iz gornjeg se daje videti, da se izloženim ispitivanjima pokazalo da se olovo može upotrebljavati za popravku podobnosti za obradu na mašinama i to ugljeničnih čelika sa malim sadržajem ugljenika i legiranih čelika sa malim i velikim proporcijama primesa. Ta ispitivanja takođe pokazuju da čelik, koji sadrži takve sačinilje legura, kao što su mangan, silicijum, nikel, bakar, hrom, molibden, vanadijum, tungsten (wolfram), cirkonijum, titan, kolumbijum i tantal, može se jako poboljšati, ako se u takve vrste čelika doda odgovarajuća količina ili procenat olova.

Mnoge druge odlike i preimućstva ovog pronalaska jasno su istaknuti u priloženim zahtevima.

Patentni zahtevi.

1. Postupak za izradu legura sa gvoždem ili čelikom kao osnovom, naznačen time, što se legura ili čelik izrađuje tako, da sadrži pored gvožđa i drugih sastojaka još i ugljenika u količinama sve do 1,7 procenata i olova od 0,03 procenata do 1 procenat, pri čemu se olovo dodaje leguri ili čeliku na takav način, da najveći njegov deo bude bitno potpuno rasprostrt kroz leguru ili čelik, da bi se time poboljšala njihova sposobnost za mašinsku obradu.

2. Postupak prema zahtevu 1, naznačen time, što se legura ili čelik izrađuje tako, da sadrži još i do 0,5 procenata sumpora.

3. Postupak prema zahtevima 1 i 2, naznačen time, što se legura ili čelik izrađuju tako, da sadrže do 2,0 procenata mangana, do 0,2 procenata fosfora i do 1,0 procenat silicijuma.

4. Postupak prema zahtevima 1, 2 i 3, naznačen time, što se gvoždena legura ili čelik izrađuje tako, da sadrži od 0,2 procenata do 2,0 procenata mangana, od 0,01 procenata do 0,2 procenata fosfora, od 0,03 procenata do 0,5 procenata sumpora i od 0,01 procenata do 1,0 procenat silicijuma.

5. Postupak prema makojem od prethodnih zahteva, naznačen time, što se gvoždena legura ili čelik izradi da sadrži od 0,21 procenata do 1,0 procenata olova.

6. Postupak prema makojem od prethodnih zahteva, naznačen time, što se gvoždena legura ili čelik izrađuju tako, da sadrže od 0,1 procenat do 0,478 procenata olova.

7. Postupak prema makojem od prethodnih zahteva, naznačen time, što se gvoždena legura ili čelik načine da sadrže sumpora u količinama manjim od 0,05 procenata.

8. Postupak prema makojem od prethodnih zahteva, naznačen time, što se gvoždena legura ili čelik načine da sadrže sumpora u iznosu od 0,05 procenata do 0,5 procenata.

9. Postupak prema makojem od prethodnih zahteva, naznačen time, što se legura ili čelik takode načine i tako, da sadrže jedan ili više od sledećih metala: nikla, bakra, hroma, molibdena, vanadijuma, tungstena, cirkonijuma, titana, tantal, aluminijuma i kolumbijuma.

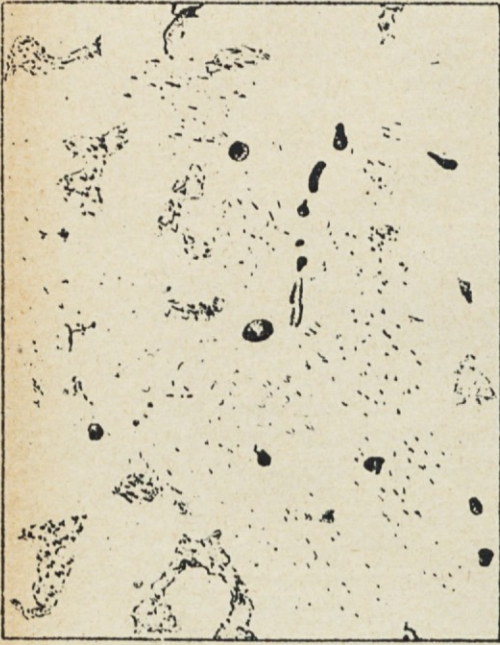


Fig. 1

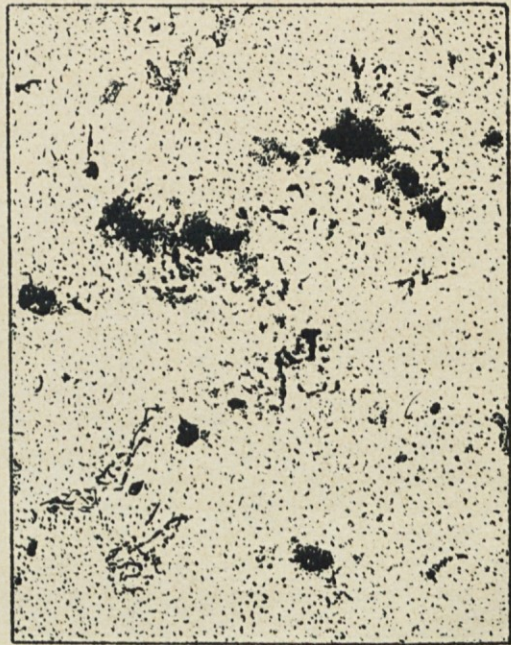


Fig. 2



Fig. 3

