

staje zużyta na ich ogrzanie i ulotnienie wody, w materyle opałowym i w rudzie zawartej. Nakoniec, przez ujście wypływają gazy, w których niedokwas węgla jest główną częścią składową (metalloidy k. 401).

343. Ruda zstępując od *ujścia* do *dna* pieca, ważnych zmian doznaje. Żelazo jest w niej ukwasorodnione, z pieca wypływa połączone z węglem; w przejściu więc przez szacht, żelazo się redukuje potem z węglem łączy, nakoniec w stan ciekły przechodzi. Od sposobu i czasu wykonania tych trzech peryodów przemiany, zależy natura otrzymanego produktu. Przy ujściu ciepło jest słabe; w miarę zstępowania ładunków ku dołowi szachtu, uchodzi woda; w dolnej stronie górnego stożka i w wyższej części rastu, żelazo ukwasorodnione zamienia się na metal. Gdy ładunki zejda ku dołowi rastu, gdzie najwyższa panuje temperatura, wapno łączy się z materiami gangu, z popiołami węgla i tworzy krzemiany złożone, które poniżej topią się na materią sklistą, tak nazwaną **stroskę** (Hohofenschlacke; laitier). Żelazo metaliczne z węglem zetknięte, część jego połyka i w surowiec przechodzi; mała ilość kwasu krzemienego także zostaje zredukowaną, i jeżeli temperatura jest wysoka, krzemno łączy się z żelazem. Materye w tym stanie i węgle pozostałe, przychodzą do przystawy, gdzie kombustya jest w całej działalności; węglík żelaza tudzież krzemiany topią się i do Eisenkasten kroplami spadają. Lecz ponieważ powietrze w przystawie jest w wysokim stopniu ukwasorodniające, materye stopione powinny prędko opadać, ponieważ w przeciwnym razie, część żelaza

byłaby ukwasorodniona i przeszłaby do stroski. Ważną przeto jest rzeczą, ażeby przystawa była zwężona; ażeby ją materye topione w krótkim czasie przebywały. W zbiorniku na dnie pieca, surowiec oddziela się od materyi szklistych i dolną warstwę zajmuje; stroska na nim leżąca wypływa przez tamę. Objętość stroski jest przynajmniej 5—6 razy większa od surowca; chroni go od działania powietrza, w przejściu przed formą i na dnie pieca. Po pewnym przeciągu czasu (co 12 lub 24 godzin), gdy się tyle surowca w Eisenkasten zbierze, iż blisko formy dochodzi: wyczerpują go na odlewy albo upuszczają do długich bruzd w piasku urobionych, w których postaci *gezów* czyli *gesi* (Gänze, gueuze) nabywa.

Bieg pieca zależy od wielu okoliczności, mianowicie od temperatury. Szczegóły objaśniające ich wpływ, obszerniej podają dzieła metalurgów (*).

344. Przerabianie surowca na żelazo kowalne, odbywa się przez **swieżenie** (Frischen, affinage), w którym na wpół stopiony, traci węgiel i inne domieszania, działaniem powtarza i materyi w kwasorodki żelaza bogatych czyli *dodatków garowych*, jakimi są: zendra i krzemiany zasadowe żelaza. Proces ten oxydacyjny, wykonywają w *ogniskach kuźniczych* albo w *piecach płomienistych*.

(*) *Traité de la fabrication de la fonte et du fer etc.* par E. Flachet, A. Barrault et J. Petit. Paris, 1844. *System der Metallurgie, geschichtlich, statistisch, theoretisch und technisch;* von Dr C. J. Karsten. Berlin, 1831, (Tom czwarty). *Karstena Eisenhüttenkunde.*

Ogniska kuźnicze (Frischfener Herd. Feu d'affinage. Foyer d'affinage), mają postać jam czworokątnych (fig. 31, 32, 33) otoczonych plattami surowcowymi czyli *ostawami* (Zacken; Plaque. Taque). Dno jest w nich często z drobnych węgli ubite, zwykle z platy surowcowej *a* (Frischboden); pod nią znajduje się rezerwoar *b*, który może być napelniony wodą, ażeby w razie zbytecznego ogrzania platę dnową oziębic i przywrznięciu żelaza przeszkodzić. Na jednej z ostaw bocznych *c* (la Varme. Formzacken) leży *forma* (tuyère) *d.* (fig. 31); przez nią do ogniska wpływa powietrze, rurami niechowymi *o o* (Dusse, buse) wciskane. Przeciw formy stoi *ostawa przeciwwiatrowa e* (Windzacken, Contre-vent) nieco z ogniska wychylona; w tyle jest *ostawa f* Hinterzacken, la rustine zwana. Z przodu *ostawa przodkowa* (Vorderzacken v. Schlacken-zacken. Chio, laiterol) ma otwory polepą zamknięte, do upuszczenia *żużli* (Frischschlacke, Scorie) służące. Takie ognisko jest otoczone murem (fig. 34); komin nad niem wzniesiony, odprowadza produkta spalania i części mechanicznie uniesione. Rozmiary ognisk, położenie ostaw i formy, bywają rozmaite. Zwykle od przodu do tyłu mają od 30 — 32 cali długości; od ostawy formowej do przeciwwiatrowej 20 — 24 cal szerokości; od formy do dna, 8—9 cali głębokości. Forma zwykle jest nachylona, leży bliżej ostawy tylnej. Dwa miechy drewniane, trójkątne (Spitzhälge), kolejno wyciskając powietrze, ciągły jego strumień utrzymują, dostarczając w początku processu około 300, ku końcowi, gdy materiał staje się trudniej to-

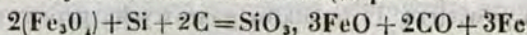
pliwym, do 600 stóp sześć. powietrza na minutę. Kierunek w jakim wiatr do ogniska wchodzi, ma wiele wpływu na stan odtapiającego się surowca; dlatego ściśle zachowują położenie formy, doświadczeniem oznaczone.

345. Rozpoczynając świeżenie, robotnik wprowadza do ogniska surowiec w pewnej odległości od formy, gdzie zwolna dochodzi temperatury w której się topi; opadając na dno, przebywa strumień powietrza wciskanego i w tej drodze pewnej zmiany doznaje. Jeżeli swoją ciepłość traci i zbliża się do żelaza kowalnego, bieg świeżenia nazywają *gaarowym* (Gaargang); przeciwnie, gdy swoje własności zatrzymuje bez widocznej zmiany, bieg jest *surowy* (Rohgang). Stan surowca w ognisku poznają po oporze, jaki stawia w dotknięciu sztabką żelazną.

Niektóre gatunki surowca, np. biały, z natury swojej do biegu gaarowego skłonne, już w jednym przetopieniu łatwo się na dnie ogniska zmieniają, działaniem powietrza i dodatków gaarowych; przeciwnie, surowiec szary trudniej w żelazo przechodzi, wymaga powtarzanego działania, to jest masa żelaza musi być nad formę podniesiona i na nowo przelapiana, dopóki całej ilości węgla nie straci, ponieważ na dnie ogniska, pod wiatrem czyli formą, działanie trwałoby za nadto długo. To podnoszenie surowca odtopionego, nazwano *podważaniem* (Aufbrechen; avalage). Na bieg świeżenia wpływa także budowa ogniska, pochylenie formy, jej położenie, na koniec postępowanie z materiałem użytym. Gdy ognisko jest płytkie i forma mo-

eno nachylona, wiatr na dół skierowany czyli głęboki (tiefer Wind), przyspiesza stan garowy materji na dnie ogniska leżącój; jeżeli zaś forma jest mało nachylona, a tém samém *wiatr płaski* (flacher Wind), działanie jego nasurowiec w peryodzie odtopienia okaże się mocniejszém. Dlatego materiał *odtapiający się surowo* (rohschmelziges Roheisen) wymaga wiatru płaskiego i ognisk płytkich; przeciwnie, dla surowca *gaarowo topnego* (gaarschmelziges R.) właściwym jest wiatr głęboki (tiefer Wind) i ogniska głębsze. Nagłe stopienie surowca, przez umieszczenie go bliżej formy, sprowadza bieg surowy; jeżeli stopienie następuje powoli, bieg okaże się więcej gaarowym.

346. Utrzymując w strumieniu powietrza surowiec rozżarzony, powierzchnia jego pokrywa się kwasorodkiem, który działając na węgiel tudzież krzemno, w marstewce bezpośrednio pod nim leżącój zawarte, wydaje niedokwas węgla i kwas krzemienny, sam zaś w części do stanu metalicznego powraca:



Kwas krzemienny z kwasorodkiem żelaza tworzy *krzemian zasadowy* łatwo-topliwy, który się w postaci żużli (Frischschlacke, Scorie) po stopieniu oddziela. Skład tych żużli może być zmienny, wedle ilości obecnego kwasorodku żelaza; lecz po działaniu na surowiec, nie wiele od $\text{SiO}_2, 3\text{FeO}$ odstępują, chociaż poprzednio były bogatsze w zasadę. Nakoniec, dodatki gaarowe, nie tylko są silnemi działaczami w świeżeniu, ale i tę korzyść przynoszą, że powracając część żelaza która była ukwasorodnioną, odpadek jego zmniejszają.

347. Sposoby użycia środków wpływających na zmianę surowca, dały początek licznym metodom świeżenia, które różniąc się co do formy wykonania, w istocie swojej mają jednakową zasadę. Można je zebrać w trzy główne grupy.

1. Metoda z jednym odtopieniem bez podważania, np. *metoda styryjska, osmundzka, wallońska* i t. d.

2. Z jednym odtapianiem i jednym lub kilkukrotnym podważaniem: Tu należy *metoda niemiecka*.

3. Świeżenie w trzech osobnych operacjach obejmujących:

a) *Przetopienie* (mazéage).

b) *Pieczenie* (Braten. Grillage).

c) *Świeżenie* (Affinage). Tęj metody używają w środkowej Francyi, mianowicie w Berri, Nivernais i Franche-comté i t. d.

348. Surowiec biały najłatwiej zamienia się w żelazo; nie ma bowiem węgla krystalicznego (grafitu); w topieniu nie przechodzi nagle ze stanu stałego w ciekły, lecz tworzy masę miękką, urabialną, która działaniu powietrza i dodatków garowych większą powierzchnią przedstawia. Dlatego jeżeli piece dla kuźnie pracują, potrzeba w nich process na otrzymanie tego surowca skierować, przez nadawanie silniejszych ładunków rudy i wzmocnienie wiatru, ażeby prędkiej zstępowały. To jednak postępowanie tylko w ten czas wprowadzić można, gdy rudy są dobre; w przeciwnym razie, otrzymanoby surowiec nieczysty a z niego niedobre żelazo. Jeżeli zaś piece muszą wytapiać surowiec szary, potrzeba go do świeżenia przysposobić,

przez zamianę na surowiec biały (*Weissmachen. Mazéage*). W tym celu przetapiają go w osobnych ogniskach, niekiedy z dodatkami gaarowemi; albo bezpośrednio z pieca upuszczają do jam i przez polewanie wodą nagle oziębiając, rozdzielają na kręgi (*Platteln, Scheiben*). Niekiedy bielą go już w piecu, kierując strumień powietrza na surowiec w *Eisenkasten* zebrany; albo przez formę rzucają czystą rudę sproszkowaną, która na surowiec działa (*Füttern des Ofens*). Nakoniec, to zbielenie najzupełniej następnie w ogniskach *Finery's* zwanych, w których go topią obfitym strumieniem powietrza.

349. Chociaż byłoby najkorzystniej dla huty, jak najprędzej surowiec na żelazo zamienić, wszelako jeżeli się w nim siarka i fosfor znajdują, potrzeba to przyjsćie opóźnić i process przedłużyć, ażeby materye obce miały dosyć czasu na przejście do żużli. To pociąga za sobą znaczny *ubytek* żelaza (*Abbrand, dechet, callo*), zużycie czasu i materyału opałowego; dlatego, przy wytapianiu surowca starają się te ciała ile można usunąć. Jeżeli siarka znajduje się w rudzie, największa jej część w ciągu prażenia odchodzi; lecz gdy jest obecna w materyale opałowym, jak np. w koku wyrobionym z węgla kamiennych pirytami zanieczyszczonych: potrzeba do namiaru wiele wapna dodać, ażeby się utworzyły krzemiany z nadmiarem zasady, które zatrzymują siarkę w połączeniu z calcium.

350. Pomiedzy metodami świeżenia, najogólniejszą jest *niemiecka* (*deutsche Frischmethode*), każdy bowiem gatunek surowca bez przygotowania przerabia. Suro-

wiec użyty zwykle ma postać *gezy*, to jest słupów kilka stóp długich, 9 — 10 cali szerokich, $1\frac{1}{2}$ — 3 cali grubych. Taką bryłę położoną na placie *r* (fig. 31) pokrywającej mur, za ostawą przeciw-wiatrową ognisko otaczający, robotnik włącza na wałku, do pewnej odległości od formy, pokrywa węglami, puszcza miechy i rozpoczyna peryod *natopienia* (*Einschmelzen*) około 3 godzin trwający. W ciągu tym wykuwa kawałki żelaza, z poprzedzającej luppy wycięte. W miarę jak się geza topi, potrzeba ją ku formie posuwać. Krople surowca przechodząc przez strumień powietrza, ukwasorodniają się na powierzchni, tworzą krzemian zasadowy który na surowiec działa. Surowiec na dnie ogniska zebrany stracił wiele węgla, jest daleko mniej ciekły. Robotnik częściowo npuszcza żuźle, otworem w ostawie przodowej będącym, zawsze jednak część ich zostawia, ażeby oddzielenie węgla postępować.

Stan surowca po odtopieniu, świadczy o biegu świeżenia. Jeżeli w dotknięciu drążkiem żelaznym okazuje się bardzo ciekłym, bieg jest surowy, żelazo mało węgla straciło i do właściwego świeżenia przystąpić nie można; jeżeli w dotknięciu jest za twardy, zbyt wiele węgla stracił, potrzeba nieco surowca dodać. Najwłaściwszy jest stan dla następnej operacji, gdy surowiec na dnie ogniska okazuje konsystencją ciastowatą. Odtopiwszy 1—3 cent., można rozpocząć świeżenie. Robotnik zdejmując węgle i masę żelaza w ten sposób podnosi, że jej strona górna idzie na dół, brzeg od formy przypada na stronę przeciwwiatrową. Po

takiem *podważeniu* (Aufbrechen; avalage de la loupe), dosypuje węgla, wzmacnia pęd wiatru, ażeby powtórnie żelazo stopić i dalej odwęglić. Podważanie powtarza się, dopóki żelazo nie straci właściwej ilości węgla, i nie utworzy twardéj bryły (Deul. Luppe. Frischstüek), do której sztabka żelaza łatwo przylega. Lupę w tym stanie, do białości rozżarzoną, przenoszą pod młot ażeby żuźle wycisnąć i z niej masę dosyć spojną, prawie sześcienną urobić. Robotnik stawia lupę na kowadle, naprzód brzegiem od formy, potem od przodu; nakoniec kładzie stroną w ognisku do góry zwróconą. Kucie w tym kierunku, powinno być nie gwałtowne lecz przedłużone, ażeby żuźle najzupełniej wycisnąć i cząstki żelaza, dopóki są spajalne, w jedną całość połączyć. Tę robotę nazywają *obrobieniem luppy* (Abdrehen der Luppe). Po takim przygotowaniu, rozcina się pod młotem za pomocą noża (Setzeisen), na 4—6 kawałków (Schirbel), które po rozżarzeniu do białości na sztaby wykuwają. W niektórych kuźnicach luppy z ogniska nie wyjmują, ale gdy jeszcze jest miękka, robotnik wprowadza do niej koniec sztabki żelaznej, którą obraca, przez co pewna ilość żelaza do niej przylega. Nabrawszy 10—20 funtów, masę tego żelaza pod młotem wykuwa, tym czasem drugi robotnik na inną sztabę świeżą ilość nabiera. To postępowanie nazwano *nabieraniem* albo *napuszczaniem* (Anlaufenlassen; affinage par attachement). Żelazo w niem otrzymywane, znanem jest u kuźników pod nazwiskiem *olawonego* (Anlaufeisen).

Ognisko niemieckie ciągle zajęte, tygodniowo 50 —

60 Ct. żelaza wyrabia; mając surowiec dobry, prędko do stanu gaarowego przechodzący, otrzymują 70 – 80 Ct. z odpadkiem około 25% i z użyciem 20 stóp szes. reńskich węgla, na 100 funt. żelaza sztalowego.

351. Wyrabianie żelaza w piecach płomiennych metodą angielską czyli **pudlingowanie**, upowszechniło się w Anglii, Francji, Belgii i innych krajach w węgle kamienne obfitujących. Dla ułatwienia tego processu, surowiec nieczysty kokiem otrzymany, w krzemno bogaty, musi być przetopiony w obfitym strumieniu powietrza, ażeby w części był pozbawiony węgla, fosforu, siarki i prawie całej ilości krzemna (*), przez co zamienia się na metal biały, kruchy, dziurkowaty, *Fine-metal*, łatwiej w żelazo kowalne przechodzący. Operację tę nazwano *czyszczeniem surowca* (*affinage de la fonte*, albo *mazéage*). Ognisko używane tworzy przestrzeń czterokątną (fig. 35), otoczoną skrzynkami lane-
wi *s s*, w których woda zimna krąży i od stopienia chroni. Dno jest z piasku urobione; powietrze wpływa kilkoma, zwykle sześcioma formami, które z dwóch stron leżą i tyle są nachylone, że strumień powietrza w dolny brzeg ściany przeciwniej uderza. Formy te z surowca lane, mają ściany podwójne, między które także woda zimna, ze skrzyni *u* rurką *r* wpływa i przez rurkę *t* wylewa się do skrzyni *N*, obok ścian ogniska stojących. Powietrze silnym mechanizmem

(*) Żużle od przetopienia surowca, z Dudlėj w Anglii pochodzące, zawierają: 0,276 SiO_3 ; 0,612 FeO ; 0,040 Al_2O_3 ; 0,072 P_2O_5 (*Berthier*).

wciskane, wpływa do cylindra *K*, który je do form przez rury *p* rozsyła. Za pomocą regulatora *z*, można ilość jego miarkować. Ognisko jest pokryte kominem, opartym na ścianach z surowca lanych, z otworami do pracowania w trzonie.

W takim ognisku (*Finery*), robota idzie bez przerwy. Po upuszczeniu metalu z poprzedzającego topienia, oczyszczają ściany z żużli przylegających, wrzucają węgle rozżarzone, pokrywają je stosowną ilością koku i na całej powierzchni symetrycznie układają 1000 - - 1200 K^o surowca. Niekiedy ładują go cząstkowo. W początku daje się wiatr słaby, później mocniejszy. Krople stopionego surowca przebywając strumień powietrza, ukwasorodniają się częściowo; popioły koku tudzież krzemionka ze spalania krzemna pochodząca, wydają żużle bogate w kwasorodek żelaza, który na węgiel i inne pierwiastki surowca działa. Po stopieniu całego ładunku, powierzchnią metalu ciekiego wystawia się czas niejaki na powietrze, przez formy wciskane. Gdy z wejrzenia i konsystencji metalu robotnik osądzi, że jest dostatecznie oczyszczony, wypuszcza go razem z żużlami na podłogę huty, gdzie się na warstwę około 2 cali grubą rozlewa. Przez polanie wodą metal nagle oziębiony, staje się kruchoym, żużle łatwo od niego odstaają i może być młotem na kawałki rozbity. To przygotowanie surowca odpowiada *natopieniu* (*Einschmelzen*) w zwykłych ogniskach kuźniczych. Właściwe świeżenie odbywa się w piecach płomiennych, których budowę przedstawiają figury: 36, 37 i 38. *A* jest ogniskiem; na jego roszenie

R, palą się węgle kamienne. Mur *P*, na 0,^m25 wysoki, *progiem* (Brücke. Pont) zwany, oddziela ognisko od trzonu *B*; do niego prowadzą drzwi *D* i *E*. Pierwsze służą do pracowania w czasie świeżenia; zamykają się zasuwą. Drugie są w ciągu roboty zamknięte, służą do ładowania surowca i do czyszczenia ogniska. Otworami *M* i *N*, materyał opałowowy na roszt ładują. Trzon leży poziomo; z tyłu ma spadek ku otworowi *O*, którym można żużle upuszczać. Zwykle robią go z platy surowcowej, brzegami na bokach pieca opartej; pod nią powietrze bez przeszkody krąży i nie pozwala dojść do temperatury, w której mogłaby się stopić; często jest urobiony z cegły ogniotrwałej, pokrytej warstwą żużli, które się w ogrzaniu na wpół topią. Piece płomienne tej budowy, mają komin na 10—15 metrów wysoki, dla sprawienia silnego ciągu, potrzebnego do otrzymania wysokości temperatury. U góry zamyka go klappa *K*, którą robotnik za pomocą łańcucha wedle potrzeby zarządza.

Roszt zwykle ma 1^m kwad. powierzchni; trzon jest 1,^m8—2,^m5 długi; przy progu 1,^m0 szeroki, ku ujściu do 0,^m5 zwężony. Ściany wewnętrzne pieca budują z cegły ogniotrwałej; zewnątrz otaczają go platy surowcowe, sztabami żelaznymi utwierdzone.

352. Rozpoczynając pudlingowanie potrzeba piec do białości ogrzać; na trzonie jego 200 — 250 K° *fin-metal* naładować, z dodatkiem około 50 K° żużli gaarowych. Zamknąwszy szczelnie wszystkie drzwi, otwiera się klapę *K*, ażeby silnym ciągiem powietrza prędko podnieść temperaturę. Metal wkrótce topnieje

i otacza się żużłami ciekłymi. Skoro to nastąpi, robotnik stopniowo klapę opuszcza, dla zmniejszenia ciągu; przez drzwi *D* drągiem żelaznym zakrzywionym przerabia surowiec, rozdziela go na całym trzonie, pozwalając jak najmniej przystępu powietrza, któreby zbyt wiele żelaza ukwasorodniało. W tym peryodzie właściwego świeżenia, dla robotników najuciążliwszym, prędką i zręczną pracą, usunięciem powietrza, można zmniejszyć odpadek żelaza; w przeciwnym razie znaczna okazuje się strata. Surowiec i żużle bogate, wzajemnie na siebie działając, wywiązują niedokwas węgla, który z widocznym wzburzeniem materij stopionych uchodzi i pali się płomieniem błękitnym. Z postępowaniem tego działania, słabiej płomyki i wrzenie; materia staje się ciąglą, do przerabiania trudniejszą, na koniec przechodzi w stan piaskowaty, w którym brakuje tylko właściwego stopnia ciepła, ażeby cząstki pojedyncze żelaza przez spajalność (*Schweissbarkeit*) połączyć. Dla dojścia do tego celu, robotnik otwiera klapę; cząstki żelaza drągiem zgromadza, przez naciskanie spaja. Utworzywszy z nich jądro, toczy je po trzonie pokrytym cząstkami żelaza, które do niego przylegają. Gdy kula (*Massé, balle*) wzrośnie do wielkości zamierzonej, robotnik podsuwa ją ku progowi i zajmuję się urobieniem nowych. Bryły te gąbkowate, żużłami napojone, kują pod młotem, który wyciska żużle i masie żelaza właściwy stopień ścisłości nadaje. Żelazo pudlingowane jest gorsze od zwykłego; w masie swojej ma mnóstwo pęknięć, lecz posiada większą twardość, przezco staje się zdolniejszym do zastosowań.

które innych własności tego metalu nie wymagają. Szyny do kolei żelaznych zwykle z niego są robione. Operacya zupełna trwa $1\frac{1}{4}$ do $1\frac{3}{4}$ god. stosownie do natury surowca; można więc w ciągu 24 god. 14—18 ładunków przerobić.

Żelazo pochodzące z pieców płomiennych, wiele zyskuje na dobroci, przez powtórne przekucie lub walcowanie. W tym celu sztaby przecinają nożycami, na kawałki około 0,^m2 długie, składają je w pakiety (trousses), bez przystępu powietrza wygrzewają do białości w piecu płomienistym i między walcami wyciągają. W téj robocie potrzeba spieszenie postępować, ażeby żelazo nie ostygło przed dojściem do właściwych rozmiarów.

353. Stal w istocie swojej jest żelazem, połączonym z ilością węgla mniejszą niż w surowcu, a większą niż w zwykłym żelazie sztabowym. Widocznie przeto można ją otrzymać:

zabierając surowcowi pewną ilość węgla:

łącząc go z żelazem, przez tak zwaną *cementację*.

Pierwszym sposobem otrzymana (Schmelzstahl, deutscher Stahl, Rohstahl, natürlicher Stahl), wyrabia się w Niemczech, mianowicie w Styryi, Karyntyi, Tyrolu, w Szląsku, w Węgrzech i w kraju Siegen. Jój produkcyja wymaga czystego surowca; błędy bowiem, jakich żelazo od materyi obcych nabywa, w daleko wyższym stopniu występują gdy się w stal zamienia. Zwykle używają surowca białego, mianowicie odmiany zwierciadlistej (spiegelige Flossen); jednak można ją