

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

z każdego gatunku otrzymać, byleby nie był na zbyt silne działanie powietrza wystawiony, lecz *pod wiatrem* (unter dem Winde) powoli do stanu gaarowego przechodził. Przy wyrabianiu żelaza, jak wiadomo, surowiec musi być przed i nad wiatrem trzymany.

Jeżeli surowiec nie ma przymiotów do téj fabrykacyi korzystnych, dla przyspieszenia processu i otrzymania jednostajnego wyrobu, potrzeba go przygotować, to jest surowiec sam albo z dodatkami gaarowemi w osobném ognisku (Zerrenfeuer) przetopić i przez studzenie wodą na kręgi (Scheiben) podzielić. W niektórych miejscach, dzielenie na kręgi i świeżenie stali odbywa się w tém samym ognisku.

354. Ognisko do świeżenia stali, ma budowę jak dla żelaza. Po wyłożeniu polepą węglową (Kohlenlösche), robotnik napęnia je lekkim węglem drzewnym; przy ostawie przeciw-wiatrowej około 100 funt. surowca przetopionego (Scheibeneisen) ładuje i puszcza miechy. W ciągu natopienia, które trwa $\frac{3}{4}$ godziny, wykuwa *odcinki* (Schirbel) z luppy poprzedzającój, po-
tém węgle na bok usuwa, żużle utworzone szpadlem zdejmuje, na metal stopiony rzuca zędrę z okruchami od kucia pochodzącemi, i wszystko to drążkiem drewnianym miesza. Gdy żelazo zgęstnieje, na nowo puszcza miechy i surowca przysposobionego dodaje. Przy powolnym ruchu miechów, dalej jeszcze na przemian dodaje surowca, odpadków od kucia stali i nieco piasku kwarcowego, dla utworzenia żużli ciekłych, które stal pokrywać powinny, i tylko w razie zbyt znacznej ilości mogą być upuszczone. W ciągu tego topienia,

tworzy się bryła stali, surowcem jeszcze ciekłym otoczona. Robotnik wyjmując stal i rozcina; do surowca w ognisku pozostałego rzuca dodatki gaarowe (zendra i okruchy od kucia) wraz z *dnem miękkim* (weicher Boden) i przez czas niejaki utrzymując topienie, nową lupę stali dobywa. Po wyjęciu ostatniej, w ognisku zostaje masa ciekła, którą gdy skrzepnie wyjmując i w następnym topieniu jako *dno miękkie* używa.

355. W okolicach nie mających rud manganowych, wyrabiają stal z surowca szarego. Process wykonywa się w zwykłych ogniskach (*), mających dno złożone z dwóch płat piaskowcowych, które się ku środkowi pochylają. W takim ognisku, polepą węglową wyłożoną, robotnik z wolna po sobie topi kawałki surowca 20—40 funt. wążące, *Heite* zwane. Pierwszy kawałek, 20—25 funt. ciężki, przy silnym ruchu miechów surowo odtapia; potem dodaje zendry i zwolniwszy miechy, metal z nią w ognisku miesza, dopóki nie zgęstnieje. Gdy to nastąpi, drugi kawałek około 30 funt wążący odtapia, wzmacnia miechy, i jeżeli bieg jest surowy, także zendry dodaje, poczem wiatr osłabia, aż żelazo zgęstnieje. Trzeci kawałek, 40—50 funt. wążący, prędko topi i w ognisku miesza.

(*) Ogniska szląskie i westfalskie, według Karstena mają: Od formy do ustawy przeciwną 24 cale szerokości. Od przodu do ściany tylnej 30 c. długości, od dna do formy 6 cali głębokości. Ostawa formowa nachyla się w ognisko 8 — 10°. Ostawa przeciwwiatrowa wychyla się 2 — 3° z ogniska. Forma od ostawy tylnej 10 cali oddalona, z nachyleniem 10—12°, w ognisko 4 cale wstępuje. Oko formy 1 1/4 cala szerokie, 1/2 cala wysokie.

W ciągu tym następuje wrzenie, od wywiązującego się gazu; massa zbliża się do stanu gaarowego. Czwarty kawałek 30 funtowy, potrzeba blisko środka stopić, zaraz ruch miechów zwolnić i ciągle mieszając w ognisku, dalej swiezenie prowadzić. Podobnie postępuje się jeszcze z jednym albo dwoma takimi kawałkami. Ostatni topi się ile można prędko, przy ciągłym mieszaniu. Gdy cała ilość w ognisku zebrana dojdzie do stanu gaarowego, co poznać można po stwardnieniu i przyleganiu stali do drążka, robotnik wstrzymuje miechy, lupę z węgla oczyszcza, dozwala jej nieco ostygnąć, potem wyjmuje i rozcina na kawałki klinowate, które się końcami w środku zbiegają. Takie wycinki (Schirbel; lopins) mają skład jednakowy, chociaż w massie swojej nie są jednorodne; podczas topienia surowca w następnej operacyi wykute, nagłym oziębieniem w wodzie hartują.

Ognisko wyrabia tygodniowo 25 — 40 Ct. stali, że stratą 10 — 30 p. C.; z użyciem 17 — 40 stóp. sz. węgla, na 1 cent. stali.

356. Sztaby stali surowej hartowane, w całej długości swojej są niejednorodne; jeden koniec zawsze jest twardszy. Każdą z nich robotnik za koniec większy bierze, drugim o krawędź kowadła uderza i część twardszą odłamuje; silniejszym uderzeniem dalej oddziela stal miększą; po czém w jego rękę zostaje część sztaby, która już więcej od uderzenia nie pęka, i jako żelazo stalowate używa się oddzielnie, do wyrabiania narzędzi rolniczych.

Części odłamane robotnik dobiera, wedle ziarna

tkanki, potem na lepsze gatunki przerabia, wykuwając je na sztabki, co czyni stal jednostajniejszą. W tym celu, kawałek twardy kładzie na miękkim; taki pakiet ogrzewa do białości, pod młotem lub walcami wyciąga na sztabę płaską *stali przekutej* (gegerbter Stahl), którą zaraz hartuje. Takie sztaby, podobnym sposobem powtórnie przerobione, wydają stal *dwa razy przekutą*.

Stal przekuta jest jednostajniejszą, lecz znaczny odpadek ponosi; traci część węgla i całkowicie w żelazo przejść może. Zapobiegają tej zmianie, powlekając pakiety warstwą gliny, która z kwasorodkiem żelaza wydaje krzemian łatwotopliwy i stal od działania powietrza ochrania.

357. Stal cementową otrzymują z żelaza, wypalając je w naczyniach zamkniętych, z węglem drzew, kości, skóry, kopyt, rogów i t. d. albo z opilkami surowca szarego. Działanie to *cementacją* zwane, odbywa się w skrzyniach czworokątnych, zbudowanych z cegły ogniotrwałej na trzonie pieca, który jest pokryty sklepieniem, w środku ma roszt do palenia drzewa lub węgla kamiennych. Płomień i dym uchodzą małemi ciągami, do wielkiego komina piec pokrywającego. Skrzynie bywają rozmaitej wielkości; od 8—17 stóp długie; 29—37 cali szerokie, tyleż wysokie. Sztabki żelaza w nich ładowane są płaskie, $1\frac{1}{2}$ — 2 cali szerokie, $\frac{3}{8}$ — $\frac{1}{2}$ cala grube; nieco krótsze od skrzyni, ażeby jej nie rozsadzały, gdy się w wysokości temperaturze przedłużą.

Węgel do cementacji używany, jest w proszku przesianym. Twardy, mianowicie brzozy, działa

skuteczniej niż miękki. Dodają do niego $\frac{1}{10}$ popiołu, i nieco soli; lecz dotąd ich znaczenia w cementacyi nie wyjaśniono.

Przystępując do ładowania, na dnie skrzyni ubija się warstwa węgla 2 cale gruba; na niej kładą sztaby żelaza, $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ cala od siebie oddalone. Na tę warstwę idzie druga, $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ cala gruba; potem drugi pokład sztab żelaznych, warstwa cementu i t. d. aż do 6 cali niżej brzegu skrzyni. Resztę wypełniają cementem już używanym i warstwą piasku kwarcowego.

W piecu zwykle stoją dwie skrzynie na podkładach, ażeby je ze wszystkich stron obejmował płomień zrodzony w ognisku, którego roszt leży w środku trzonu między skrzyniami. Każda skrzynia w boku ma otwory, naprzeciw otworów w murze pieca zostawionych, przez które przechodzą sztabki żelaza ze skrzyni wysunięte, jako próby mające wskazywać, ile działanie cementacyi postąpiło.

Piec powinien być ogrzewany zwolna i stopniowo, ażeby skrzynie od pęknięć ochronić; z niemi bowiem niemożna sztab żelaza na stal zamienić, chociaż je proszek węgla otacza.

Równie ważnem jest użycie właściwej temperatury. W ogniu słabym, nie dosyć przedłużonym, cementacya będzie niezupełna, wydaje *Wrackstahl*, która musi być powtórnie palona; jeżeli ogień jest zbyt silny i długo trwający, stal zbliża się do surowca (*Flottstahl*), nawet w niego przejść może. Najwłaściwszy stopień ciepła podają, równy temperaturze topliwości miedzi.

Potrzeba ją przez dni kilka (od 7 — 12), stosownie do wielkości ładunku utrzymywać. Gdy próba wyjęta okaże, że cementacya żądanego stopnia doszła, ogień zostaje wstrzymany. Po kilku dniach piec ostyga; stal może być wyładowana. Sztaby dobrze cementowane, mają na powierzchni pęcherze (zład nazwisko *Blasenstahl. Acier poule*), są twarde i kruche; dopiero pod młotem nabywają ciągliwości. Powierzchnia ich jest twardsza niż części wewnętrzne, ponieważ węgiel zwolna głębiej przenika. Dlatego chcąc mieć stal cementową jednorodną, sztaby jej muszą być podobnie jak stali niemieckiej przekute, z temi samemi ostrożnościami.

W nowszych czasach, *Vismara* wskazał sposób wyrabiania stali cementowej, przez żarzenie sztab żelaznych w cylindrach, do których strumień dwuwęglowodoru wpływa. Gaz ten, w wysokiej temperaturze opuszcza część węgla (o metaloidach k. 233), i podaje mu sposobność łączenia się z żelazem. Sposób ten, przez *Makintoscha* na wielką skalę wykonany, ma wydawać stal dobrą i jednostajną; zarazem przekonywa, że przepisy i sekreta co do składu proszku cementacyjnego są zbyteczne; ponieważ sam węgiel, bez pomocy innych pierwiastków, dobrą stal wydaje.

358. Cementacya często się używa, gdy potrzeba wyroby żelazne do pewnej grubości na stal zamienić, ażeby powierzchnią usposobić do przyjęcia wyższego poloru. Działanie to, *Insatzhärtung, trempe en paquet* zwane, odbywa się w naczyniach żelaznych, szczelnie zamkniętych, w których przedmioty do stwar-

dnienia przeznaczone, warstwami z proszkiem cementowym układają.

Po trzech lub czterech godzinach ogrzewania, jednostajnym ogniem czerwoności, wysypują je do naczynia z wodą, w której się nagle *gaszą*. Jeżeli jakie części mają pozostać miękkie, potrzeba je przed cementacją pokryć warstewką gliny, ażeby zetknięcia z węglem niedozwolić.

Za proszek cementacyjny służy węgiel drzewny, mieszaniny z węglem kości, krwi, rogów i t. d. Bardzo skutecznie działa cyanek żółty; do rozleglejszego użycia jest on zanadto kosztowny, lecz używają go do nadania wyrobom żelaznym bardzo cienkiej powłoczki stalowej. Przedmioty rozżarzone proszkiem jego posypują, weierają i gaszą. Pilniki, raszple i t. d. nabywają większej twardości, gdy je po rozżarzeniu pocierają skórą lub rogiem; albo powleczone zarobą skóry zwęglonej i mleka lub drożdży piwnych, żarzą do czerwoności, potem prostopadłe zanurzając w zimnej wodzie gaszą.

359. Stal w ogniskach i przez cementację otrzymana, z natury swego pochodzenia jest niejednostajną. Samo przekucie nie znosi jej błędów; dopiero po stopieniu nabywa w całej massie jednorodnego składu. Taką stal nazywamy *stalą topioną* (Gusstahl. Acier fondu). Można ją otrzymać różnemi drogami: topiąc żelazo sztabowe z $\frac{1}{30}$ — $\frac{1}{20}$ proszku węgla; albo surowiec z żelazem, lub kwasorodnik żelaza z 4 cz. surowca szarego i t. d. i t. d. Lecz te rozmaite sposoby, przez *Clueta*, *Chalut* i *Musheta* wskazane, nie są dla

fabryk; w nich wyłącznie używają stali naturalnej i cementowej, ponieważ dobierając je właściwie, można pewniej liczyć na otrzymanie stali lanéj własności żądanych. W Europie pierwszy zaczął ją wyrabiać *Huntzman* i *Marshall*; dlatego w handlu jest znana pod nazwiskiem *stali Huntzmana*, *Marshala*, albo *stali topionéj angielskiej*.

360. W wyrabianiu téj stali, wiele zależy na doborze właściwych materyałów, ich stopieniu w ten sposób, że węgla nie tracą i nie mają sposobności połączenia się z większą jego ilością. Dlatego topią je w tyglach przykrytych, z dodaniem roztopów, które otaczają stal ciekłą i od dalszych wpływów chronią. Do tego użytku *Vismara* zaleca, czyste szkło zwyczajne albo mieszaninę 1 cz. wapna gryzącego z $\frac{1}{2}$ cz. gliny palonéj. Można także użyć czystéj stroski pieców wysokich.

Tygle ogniotrwałe nie mogą być wielkie; łatwo bowiem pękają i większe masy stali trudno na raz topić. Zwykle obejmują około 36 funtów. Tygel po naładowaniu wieczkiem nakryty, stawia się na podkładce w piecu ciągowym (fig. 3); przestrzeń *A* w około i kilka cali nad nim, starannie wypełnia się kokiem wielkości jaja, ażeby tyle go umieścić ile potrzeba na stopienie stali; później bowiem w ciągu roboty niemożna go dodawać. Topienie trwa około 4 godzin; gdy zostało dokonaném, tygel z pieca wyjmują i odjąwszy wieczko stal wylewa się w formy surowcowe, przy czém wyrzuca iskry, jak żelazo w kwasorodzie palone.

Formy mają postać rozmaitą, do dalszego przerabiania stali zastosowaną.

Tygel wypróżniony zaraz do ognia powraca i nowy ładunek dostaje. Można go jeszcze trzeci raz użyć, lecz potem staje się już niezdatnym. Ważną jest rzeczą, posiadać środki do użycia silnego i jednostajnego ognia; ponieważ w opóźnionem topieniu otrzymuje się stal gorszą. Stal bogata w węgiel łatwiej się topi; uboższa, wymaga silniejszej i przedłużonej temperatury, lecz potem w przerabianiu mechaniczném mocniejszy ogień znosi i wyższy stopień spajalności posiada. Dobierając materiałów właściwych, można otrzymywać stal rozmaitych przymiotów. Stal mocno cementowana, wydaje stal topioną łatwo topliwą, niespajalną; stal surowa, przekuta, trudno się topi, lecz spajalność posiada. Dodanie węgla do ładunku stali, która ma być topioną, topliwość jej powiększa; za jego pomocą można ze stali miękkiej otrzymać stal topioną, rozmaitej spajalności.

361. Zastosowania stali topionej są ważne w przemyśle; jej użycie byłoby powszechniejszém, gdyby nie zachodziły trudności w jej zkuwaniu z żelazem, z powodu różnicy temperatur, w których stają się spajalnemi. W stopniu ciepła potrzebnym do rozwinięcia tej własności w żelazie, stal zbyt odmięczona pęka i kruszy się pod młotem; tym więc sposobem nie może być z żelazem połączona. Jednak, przy stosownej przezorności i wprawie, można stal z żelazem spoić, ogrzewając osobno żelazo do białości, stal do miernego żarzenia. Dwie sztabki stali lanej, do mierniej czerwono-

ności ogrzane, dobrze się zkuwają bez uszkodzenia dobroci.

362. Własności stali lanéj wiele podnosi, jéj połączenie z małemi ilościami innych metalów, mianowicie srebra, chromu, niklu, rodium i t. d. Znakomita stal indyjska **Wootz**, otrzymywana przez topienie bardzo mocnym ogniem małych ilości żelaza (1—2 kilogr.) razem z liśćmi niektórych roślin: według *Stodarta* i *Faraday'a* zawiera aluminium i silicium. Oni ją naśladowali przez topienie stali z węglem, glinką i krzemionką, których radikale do żelaza przechodzą. *Berthier* okazał, że $\frac{1}{2}$ % chromu podwyższa twardość stali. *Fischer* wyrabiał stal meteoryczną, przez topienie z niklem. Nakoniec łączono stal ze srebrem, złotem, platyną i rodium. Wszystkie te gatunki stali aliażowéj (legirter Stahl), zawierają bardzo małe ilości metalu z żelazem połączonego; tak np. $\frac{1}{500}$ rodium, $\frac{2}{500}$ srebra i t. d.

363. Nagryzając kwasem powierzchnią stali indyjskiej, okazują się na niej jasne i ciemne żyły, które idąc w różnych kierunkach tworzą wzory czyli *damast*, od którego stal *damasceńską* nazwano. Okazuje go stal chromowa, meteoryczna i inne. Według doświadczeń *Breant'a*, każda stal po stopieniu powoli ostudzona, wydaje wzory damasceńskie; ponieważ w niej krystalicznie wydzielają się związki oznaczone węgla z żelazem, które działanie kwasów odkrywa. W stali zawierającej inne metale, ich aliaże z żelazem wśród massy stali wydzielone, stają się widzialnemi po nagryzieniu kwasami, które na masę różno-

rodną nie jednakowo działają. Przed wynalezieniem przyczyny damastu, *Crivelli* naśladował stal wschodnią, przez skuwanie stali z żelazem albo drutów stalowych rozmaitej twardości. Na wyrobach z takiego materiału, kwasy wywiązują wzory jak na prawdziwej damasceńskiej; ponieważ na żelazie zostawiają plamę białą, na stali zaś ciemną; jednak *falszywa stal damasceńska Crivellego*, własnościami niewyrównywa prawdziwej

Chrom.

364. Odkryty przez *Vauquelin'a*, w rzadkiej rudzie ołowiu czerwonej (Rothbleyerz) z kopalń Berezowskich w Syberyi; później był znaleziony w żelazie chromowem (Chromeisenstein), które w wielu krajach jest obfite, (Szląsk, Styria, Ameryka północna, wyspy Schetlańskie i t. d.) i służy za materiał pierwszy do wyrobienia chromianu potażu, następnie z niego wszystkich innych związków chromu.

365. Chrom jest nadzwyczaj trudno-topliwy; dotąd nie otrzymano go w massach dobrze stopionych. Wypalając jego kwasorodnik (Cr_2O_3) najmocniejszym ogniem, w tyglu wylepionym: na bokach którymi węgla dotyka, tworzy się powłoczka metalu, lecz pod nią zostaje kwasorodnik niezmieniony. Jeżeli temperatura była dostatecznie wysoka i przedłużona, warstewka metaliczna nabywa spojności i łatwo się od kwasorodniku oddziela.