

Польгаузен Август

Детали машин

Том 10. Часть 1

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 621
ББК 34.4
А18

А18 **Август П.**
Детали машин: Том 10. Часть 1 / Польгаузен Август – М.: Книга по Требованию, 2025. – 497 с.

ISBN 978-5-519-78937-0

Общедоступный курс для самообучения

ISBN 978-5-519-78937-0

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2025
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2025

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг — не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель — вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания — решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

мѣръ, въ $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{20}$ и т. д. натуральной величины; въ такихъ случаяхъ всѣ размѣры чертежа въ 5, 10, 20 и т. д. разъ меньше размѣровъ предмета. Рабочіе или исполнительные чертежи дѣлаются въ натуральную величину, такъ какъ при этомъ чертежи выходятъ ближе всего къ дѣйствительности; только въ тѣхъ случаяхъ, когда большая величина изображаемаго предмета мѣшаетъ разсматривать чертежъ, выбираютъ другой масштабъ. Всякій масштабъ меньшій натуральной величины болѣе или менѣе искажаетъ форму предмета, въ особенности это происходитъ при масштабѣ $\frac{1}{2}$, поэтому его никогда не слѣдуетъ употреблять безъ особенной нужды.

Выбравъ масштабъ чертежа, поступаютъ слѣдующимъ образомъ: памѣчаютъ отдѣльныя проекціи и разрѣзы средними линіями, для чего надо знать главные размѣры предмета; затѣмъ чертятъ въ главныхъ чертахъ изображаемую машинную часть, по возможности, одновременно на всѣхъ проекціяхъ и разрѣзахъ, принимая за основанія среднія линіи. Послѣ же этого наносятъ на разрѣзы, по возможности, одновременно всѣ детали изображаемаго предмета. Въ III главѣ мы пояснимъ этотъ способъ на нѣкоторыхъ отдѣльныхъ деталяхъ машинъ.

2. Исполненіе рабочихъ чертежей.

Рабочіе чертежи должны быть исполнены толстыми линіями для того, чтобы ихъ можно было разсматривать на нѣкоторомъ разстояніи, а также для того, чтобы легче разбираться въ нихъ даже тогда, когда ихъ запачкаютъ въ мастерской. Для вычерчиванія предметовъ въ натуральную величину выбираютъ толщину линіи въ 1 мм.; если же чертежъ дѣлается въ меньшемъ масштабѣ, то и толщину линіи берутъ соответственно меньшую. Пунктирные линіи дѣлаютъ такой же толщины, какъ и сплошныя. Среднія линіи выводятся голубою краскою нѣсколько тоньше черныхъ. Отдѣльныя проекціи соединяютъ главными средними линіями для того, чтобы показать ихъ связь между собою. Размѣры обозначаются красными линіями одинаковой толщины съ средними линіями; на концахъ размѣровъ ставятся черныя стрѣлки. Всѣ эти обозначенія можно найти на таблицѣ 1, фиг. 1, 2, 3 и 4.

Около красныхъ горизонтальныхъ линій, обозначающихъ размѣры, пишутся вдоль нихъ численныя величины этихъ размѣровъ; около же вертикальныхъ линій—либо горизонтально, либо снизу вверхъ. Всѣ размѣры надписываются въ миллиметрахъ, за исключеніемъ діаметровъ болтовъ, которые часто обозначаются въ англійскихъ мѣрахъ. Чертежъ долженъ содержать всѣ размѣры, нужные мастеру, для приготовленія детали, поэтому не только при вычерчиваніи, но и при разстановкѣ размѣровъ надо имѣть въ виду способы обработки деталей. Необходимо тщательно избѣгать лишннихъ размѣровъ, ненужныхъ мастеру, такъ какъ они затемняютъ чертежъ и путаютъ рабочихъ. Точно также надо осторожно относиться къ повторенію однихъ и тѣхъ же размѣровъ и ставить ихъ тамъ, гдѣ ихъ будетъ разыскивать мастеръ. Часто, помимо обозначенія длины отдѣльныхъ составляющихъ частей, надписываютъ общую длину всего предмета, въ такомъ случаѣ необходимо провѣрить нѣтъ ли разницы между общей длиной и суммою составныхъ частей. Далѣе надо обратить вниманіе на то, чтобы рабочему не приходилось вычислять размѣровъ, другими словами, чтобы размѣры, пужные ему, находились на чертежѣ въ готовомъ видѣ; такъ, напримѣръ, если требуется обточить трубку внутри и снаружи, то не достаточно надписать размѣры

одного из диаметров и толщину стѣнки. Наконецъ, надо стараться ставить размѣры, по возможности, в нѣ чертежа для того, чтобы не затемнять его; для этого продолжаютъ красной краской линіи контуровъ и ставятъ размѣры между этими продолженіями. Все, что касается выставленія размѣровъ, можно найти на таблицѣ 1, фиг. 1, 2, 3 и 4. Если чертежъ выполненъ въ уменьшенномъ масштабѣ, то размѣры пишутся все же въ натуральную величину.

Правильное выставленіе на чертежахъ размѣровъ далеко не легкое дѣло и удается оно исполнѣ, только благодаря опытности. Техники, не пріобрѣвшіе достаточной опытности въ этомъ дѣлѣ, найдутъ въ атласѣ, приложенномъ къ этому сочиненію, чертежи съ размѣрами, выставленными по вышеизложеннымъ правиламъ.

Для обозначенія на рабочихъ чертежахъ различныхъ матеріаловъ, изъ которыхъ изготовляются машинныя части, употребляютъ различныя краски. Общеприняты слѣдующія условныя обозначенія матеріаловъ:

Желѣзо берлинская лазурь.

Чугунъ нейтралитинъ.

Сталь фіолетовый цвѣтъ (берлинская лазурь и карминъ).

Бронза желтый цвѣтъ (гумигутъ съ карминомъ).

Мѣдь красный цвѣтъ (чистый карминъ или карминъ съ сіеной).

Дерево.	{	Продольный разрѣзъ	нежженная сіена, съ обозначеніемъ продольныхъ волоконъ жженою сіеною.
		Поперечный разрѣзъ	жженная сіена, съ обозначеніемъ годовыхъ колецъ болѣе темною краскою.

Кирпичная кладка карминъ съ нежженной сіеной.

Кладка изъ дикаго камня,

резина, олово, бѣлый металлъ слабый растворъ нейтралитина и нежженной сіены.

Образцы вышеозначенныхъ условныхъ обозначеній пахотятся на таблицѣ 1.

Разрѣзы запрашиваются жидкой краской или сплошь заштриховываются цвѣтнымъ карандашомъ; части же, не попавшія въ разрѣзъ, закрашиваются болѣе слабою краской или обводятся цвѣтнымъ карандашомъ. Для болѣе рельефности чертежа, оставляютъ иногда съ лѣвой и верхпей стороны разрѣзовъ бѣлые незакрашенные края, шириною около 1 мм., которые называются бликами. Выпуклыя и вогнутыя поверхности грубо затушевываются цвѣтными карандашами *).

Тѣ поверхности, которыя должны быть обработаны и на которыхъ, слѣдовательно, долженъ быть оставленъ запасъ при отливкѣ или отковкѣ, обозначаютъ красными линіями. Если же машинная часть обработана со всѣхъ сторонъ, то достаточно сдѣлать замѣчаніе: «обработана со всѣхъ сторонъ». См. таблицу 1, фиг. 1, 2 и 3.

Надписи на рабочихъ чертежахъ должны быть сдѣланы быстро, просто и разборчиво; всего удобнѣе употреблять для этой цѣли простой круглый шрифтъ. Чертежъ надо снабдить:

- 1) Надписью, обозначающей изображаемую деталь и машину, къ которой она принадлежитъ.

*) На чертежѣ полузна, на табл. 1, кривыя поверхности не затушеваны и неразрѣзаны; части не закрашены; это сдѣлано для того, чтобы не затемнять чертежа. На другихъ же чертежахъ этого атласа можно встрѣтить оба вышеупомянутыя обозначенія.

- 2) Заключеніями относительно масштаба и обработки, какъ-то:

«масштабъ въ натуральную величину, въ $\frac{1}{2}$ натуральной величины» и т. д.

«Поверхности, обозначенныя красными линиями должны быть обработаны» или «на поверхностяхъ, обозначенныхъ красной линіей, нужно оставить запасъ для обработки».

«Выставленные размѣры относятся къ готовому предмету» и т. п.

- 3) Таблицею, объясняющей чертежъ. Въ этой таблицѣ должны быть перечислены всѣ части, составляющія изображаемый предметъ, съ обозначеніемъ ихъ числа, вѣса, номера модели и т. д. Части предмета обозначаются красными буквами, которыя ставятся и въ таблицѣ, и на чертежѣ. Если надо приготовить нѣсколько совершенно одинаковыхъ частей, то, начертивъ ее одинъ разъ, дѣлаютъ примѣску: «изготовить... штукъ номера...». Примѣромъ вышеописанной таблицы можетъ служить таблица частей ползуна на листѣ 1.

II.

Матеріалы, употребляемые въ машиностроеніи, способы и стоимость производства деталей машинъ вообще.

A. Матеріалы, употребляемые въ машиностроеніи.

Современныя машины готовятся, почти исключительно, изъ металловъ; всего чаще употребляютъ желѣзо, чугуны, сталь и сплавы мѣди, рѣже чистую мѣдь. Металлы обладаютъ вообще достаточной прочностью и отличаются отъ дерева, которое въ прежнія времена преобладало въ машиностроеніи, своею ковкостью и способностью плавиться. Другіе матеріалы употребляются въ машиностроеніи рѣдко.

1. Желѣзо.

Въ технику никогда не употребляютъ химически чистаго желѣза, потому что добычаніе его затруднительно и обходится очень дорого, притомъ же химически чистое желѣзо обладаетъ лишь малой прочностью. Желѣзо, употребляемое въ технику, содержитъ большее или меньшее количество постороннихъ примѣсей, отчасти намѣренно прибавляемыхъ къ нему, отчасти остающихся въ немъ, несмотря на обработку; отъ этихъ примѣсей зависятъ свойства желѣза. Во всѣхъ сортахъ желѣза встрѣ-

чается углеродъ *); количество примѣси углерода служить признакомъ для раздѣленія желѣза на различные сорта.

а) Чугунъ содержитъ болѣе 2,3% углерода, кромѣ того, онъ содержитъ въ значительномъ количествѣ кремнеземъ, марганецъ **) и другія постороннія примѣси. Плавится при, сравнительно, низкомъ температурѣ (1075—1275° C) и не коется.

Чугунъ выплавляется въ доменныхъ печахъ изъ желѣзной руды, которую добываютъ изъ земли въ видѣ различныхъ желѣзняковъ: краснаго, бурога, магнитнаго, шпатоваго и т. п. Всѣ они содержатъ желѣзо въ соединеніи съ кислородомъ ***) и богаты посторонними примѣсями. Въ доменной печи желѣзо освобождается отъ кислорода, соединяется съ углеродомъ и такимъ образомъ превращается въ чугунъ, постороннія же примѣси отдѣляются отъ него въ видѣ шлаковъ. Съ этой цѣлью руду очищаютъ отъ постороннихъ примѣсей и, смѣшавъ съ какимъ-нибудь веществомъ, способствующимъ выплавкѣ и называемымъ флюсомъ или плавнемъ, бросаютъ въ доменную печь вмѣстѣ съ топливомъ. Топливомъ служить древесный уголь, чаще коксъ, а флюсомъ — обыкновенно известнякъ. Въ нижнюю же часть печи вдувается подъ сильнымъ давленіемъ подогрѣтый воздухъ, въ которомъ и сгораетъ топливо. Газы, получающіеся отъ сгорания топлива, отнимаютъ отъ руды кислородъ и обращаютъ ее въ желѣзо, которое подъ вліяніемъ высокой температуры и близости угля соединяется съ углеродомъ, а затѣмъ подъ вліяніемъ еще болѣе высокой температуры плавится и обращается въ чугунъ. Постороннія примѣси руды, соединяясь съ флюсами, образуютъ легкоплавкую стеклообразную массу, называемую шлакомъ. Шлаки отдѣляются отъ жидкаго желѣза и, покрывая его съ поверхности, препятствуютъ соединенію его съ кислородомъ вдуваемаго воздуха. Жидкій чугунъ вытекаетъ изъ доменной печи въ длинныя, открытыя формы, въ которыхъ онъ застываетъ. Въ такомъ видѣ чугунъ поступаетъ въ продажу; онъ содержитъ большое количество постороннихъ тѣлъ, увлекаемыхъ имъ изъ доменной печи; эти примѣси отчасти ухудшаютъ его качества, какъ, напр., сѣра, фосфоръ и т. д., отчасти безвредны, напр., кремній, марганецъ и т. д.

Различаютъ два главныхъ класса чугуна: бѣлый и сѣрый. Чугуны, принадлежащіе къ первому классу, обладаютъ бѣлымъ или желтоватымъ цвѣтомъ, очень тверды и ломки; почти весь углеродъ, входящій въ его составъ, связанъ съ желѣзомъ химически. Бѣлый чугунъ называется зеркальнымъ, если онъ содержитъ

*) Углеродъ принадлежитъ къ элементамъ, т. е. къ такимъ тѣламъ, которыхъ мы не можемъ разложить всѣми нѣтъ известными способами на составныя части. Теперь насчитываютъ свыше 60 элементовъ. Въ чистомъ видѣ углеродъ образуетъ алмазъ и графитъ; кромѣ того онъ составляетъ главную составную часть нѣсколькихъ горючихъ матеріаловъ, какъ-то: древесный уголь и коксъ.

**) Тѣла, разлагающіяся на составныя части, называются химическими соединеніями. Отъ химическаго соединенія надо отличать механическую смѣсь, эту послѣднюю всегда можно разложить на составныя части механическими средствами; кромѣ того механическія смѣси могутъ образовываться изъ тѣлъ, смѣшанныхъ между собою въ произвольныхъ отношеніяхъ, причемъ смѣшивающіяся тѣла сохраняютъ всѣ свои свойства.

Воздухъ состоитъ главнымъ образомъ, изъ смѣси кислорода и азота. Кислородъ—газъ безъ цвѣта и запаха. Химическое соединеніе какого-нибудь тѣла съ кислородомъ, при выдѣленіи свѣта и тепла, называется горѣніемъ.

***) Кремнеземъ и марганецъ тоже элементы, оба они встрѣчаются въ природѣ въ соединеніи съ кислородомъ. Кремнеземъ, въ видѣ кремниевой кислоты, образуетъ кварцъ, песокъ и т. п. Марганецъ же встрѣчается въ видѣ пиролюзита или чернаго марганца.

болѣе 4⁰/₁₀ углерода, что бываетъ только при большомъ содержаніи марганца; такой чугуны даетъ кристаллическій, чешуйчатый изломъ съ сильнымъ блескомъ. Если чугуны содержитъ менѣе 4⁰/₁₀ углерода и даетъ не чешуйчатый, а угловатый изломъ, то онъ называется полужеркальнымъ, если же онъ даетъ лучистый изломъ, то — обыкновеннымъ бѣлымъ чугуномъ. При неправильной плавкѣ руды получаютъ иногда чугуны, содержащій менѣе 2,5⁰/₁₀ углерода; такой чугуны даетъ мелкозернистый изломъ. Для добыванія нѣкоторыхъ сортовъ желѣза производятъ въ доменныхъ печахъ продуктъ, въ которомъ марганецъ преобладаетъ надъ желѣзомъ; онъ носитъ названіе желѣзомарганецъ.

Бѣлый чугуны въ расплавленномъ состояніи остается, сравнительно, густымъ и плохо выполняетъ формы, поэтому его почти не употребляютъ для отливокъ; въ гораздо большихъ размѣрахъ его переделываютъ на желѣзо.

Сѣрый чугуны гораздо мягче бѣлаго, онъ бываетъ свѣтло или темно-сѣраго цвѣта; углеродъ связанъ съ нимъ большей частью механически и находится въ видѣ графитовыхъ пластинокъ. Изломъ всегда зернистый. Сѣрый чугуны раздѣляютъ по топливу, на которомъ онъ выплавленъ, на древесноугольный и коксовый; по дѣлямъ, для которыхъ изготовляется: бессемеровскій, пудлинговъ и литейный.

Въ машиностроеніи литейнымъ чугуномъ пользуются для изготовленія всевозможныхъ отливокъ. Литейные чугуны раздѣляются на сорта въ зависимости отъ содержанія углерода и кремнія, а также по виду излома. Наибольшее количество углерода (отъ 3,5 до 4⁰/₁₀) и кремнія содержитъ первый сортъ (№ I), изломъ его крупно зернистый, темнаго цвѣта. Выше номера II и III бѣдѣе какъ углеродомъ, такъ и кремніемъ, изломъ ихъ мѣстами крупно, мѣстами же мелкозернистый. Последние сорта самые удобные для разныхъ отливокъ. Чугуны съ болѣе высокимъ содержаніемъ углерода (болѣе дорогіе) употребляются при переплавкѣ стараго чугуна такъ называемаго лома. №№ IV, V и VI такъ бѣдны углеродомъ и кремніемъ, что при быстромъ охлажденіи превращаются въ бѣлый чугуны. Этимъ свойствомъ чугуна пользуются для полученія отливокъ съ твердой корой, для чего готовятъ сплавъ изъ сѣраго и бѣлаго чугуна, часто прибавляютъ къ нему марганецъ и желѣзо, затѣмъ сплавъ выливаютъ въ форму изъ сырого песка или чугуна. Въ мѣстахъ сопряженія холодной формы съ чугуномъ, отливка получаетъ твердую кору изъ бѣлаго чугуна, который, по мѣрѣ углубленія во внутрь отливки, постепенно переходитъ въ сѣрый.

Въ современномъ машиностроеніи чугуны употребляются очень часто, такъ какъ изъ него посредствомъ отливки легко готовить предметы любой формы, кромѣ того, онъ обладаетъ большой твердостью и нестигаемъ. Чугуны прочнѣе желѣза только при сжатіи, при другихъ же способахъ нагрузки желѣзо прочнѣе. Изъ чугуна дѣлаются такіе машинныя части, которые, во-первыхъ, трудно и дорого изготовить изъ желѣза, какъ-то: цилиндры, коробки крановъ и т. п.; во-вторыхъ, должны обладать большою жесткостью, какъ-то: станины, подвѣски для подшипниковъ и т. п., и, въ-третьихъ, несутъ большой вертикальный грузъ, напримеръ, козлы. Чугуны менѣе пригодны для машинныхъ частей, подвергающихся изгибу; при изготовленіи подобныхъ частей, надо имѣть въ виду, что чугуны сопротивляются растяженію гораздо хуже, чѣмъ сжатію, поэтому необходимо

соотвѣтственно увеличивать количество матеріала въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ чугуны подвергается растяженію. Чугунъ не употребляется для изготовленія колеблющихся машинныхъ частей даже въ томъ случаѣ, если онѣ не изгибаются внѣшними силами, напр., шатуновъ. Вообще въ современномъ машиностроеніи употребляютъ чугуны только по необходимости, во-первыхъ, потому, что удачной отливкѣ угрожаютъ многочисленныя и большія опасности; во-вторыхъ, потому, что въ отливкахъ встрѣчаются такіе скрытые пороки, которыхъ нельзя предвидѣть, а слѣдовательно никакой запасъ прочности не гарантируетъ намъ годность отливки. Теперь изготовляютъ изъ желѣза такія машинныя части, которыя прежде отливались изъ чугуна, напр.: оси, балансиры и т. п.; ихъ изготовленіе обходится дороже, но зато онѣ получаютъ, меньшихъ размѣровъ и легче чугуновыхъ, такъ какъ желѣзо прочнѣе чугуна.

Отливки съ твердой корой прочнѣе простыхъ отливокъ, такъ же, какъ и послѣднія, легко принимаютъ любую форму и обладаютъ тѣми же пороками, но зато имѣютъ болѣе плотное строеніе и почти не уступаютъ въ прочности желѣзу. Отливки, приготовленныя въ металлическихъ формахъ, употребляются преимущественно для такихъ машинныхъ частей, которыя должны обладать на поверхности возможно болѣею твердостью, какъ, напр.: вальцы, части сѣльско-хозяйственныхъ машинъ и т. п. Обыкновенно дѣлаютъ только часть формы металлическою для того, чтобы только та часть отливки получала твердую кору, которая не будетъ обрабатываться; къ такого рода устройству формъ прибѣгаютъ потому, что обработка твердой коры чугунной отливки въ высшей степени затруднительна и производится особо для этого приспособленными точильными камнями. Въ формахъ изъ мокраго песка отливаютъ: во-первыхъ, небольшіе предметы (копѣчатые валы, балансиры), которые было бы затруднительно и дорого приготовить изъ желѣза, во-вторыхъ, такія машинныя части, которыя должны быть плотны и выдерживать большое давленіе (гидравлическіе цилиндры), а также станины рудниковыхъ насосовъ, подвергающихся разрушающему дѣйствію подземныхъ газовъ. Наконецъ, въ вышеуказанныхъ формахъ отливаютъ разнаго рода колосники, которые должны быть очень плотными въ мѣстахъ соприкосновенія съ горящимъ топливомъ.

б) Ковкое углеродистое желѣзо содержитъ менѣе 1,6% углерода, другихъ же примѣсей въ немъ гораздо меньше, чѣмъ въ чугуны, но зато оно тугоплавко. Въ раскаленномъ состояніи ковкое углеродистое желѣзо тѣмъ болѣе тягуче, чѣмъ менѣе въ немъ углерода; въ такомъ состояніи оно куется, т. е. ему можно придавать любую форму посредствомъковки. Два куска подобнаго желѣза, раскаленные до бѣла, свариваются подъ ударами молотка въ одинъ кусокъ. Ковкое углеродистое желѣзо дѣлится на сталь и собственно желѣзо.

Сталь содержитъ отъ 0,4 до 1,6% углерода; при быстромъ охлажденіи раскаленного куска (напр., въ водѣ) сталь закаливается, т. е. дѣлается значительно тверже. Сталь прочна, но не тягуча.

Желѣзо содержитъ менѣе 0,4% углерода; оно мягче стали и не закаливается, т. е. при быстромъ охлажденіи раскаленного куска его твердость не увеличивается; желѣзо менѣе прочно, но болѣе тягуче въ сравненіи со сталью. Нѣкоторые сорта желѣза и стали добываются при такой температурѣ, при которой они находятся не въ расплавленномъ состояніи, а лишь въ размягченномъ,

пластическомъ; другіе же сорта получаются при такой температурѣ, при которой они находятся въ жидкомъ состояніи. Первые сорта носятъ названія сварочное желѣзо и сварочная сталь, вторые—литое желѣзо и литая сталь.

Ковкое желѣзо выдѣлывается изъ чугуна посредствомъ процесса, состоящаго главнымъ образомъ въ отнятіи отъ чугуна углерода. Пудлингованіемъ или кричнымъ способомъ получаютъ сварочное желѣзо, изъ котораго, въ свою очередь, получаютъ сталь цементированіемъ. Литое желѣзо и литая сталь получаютъ по способамъ Бессемера или Сименса-Мартена; кромѣ того литая сталь можетъ быть получена тигельною плавкою.

При кричной выдѣлкѣ желѣза кладутъ въ кричный горнъ кусокъ чугуна и, расплавляя его на древесномъ углѣ, заставляютъ чугуны по каплямъ стекать въ углубленіе горна, при этомъ кислородъ вдуваемого воздуха отнимаетъ отъ него часть углерода *). Въ углубленіи горна собирается расплавленный металлъ, окруженный желѣзистыми **) шлаками, которые отнимаютъ отъ чугуна углеродъ; такимъ путемъ получается либо сварочное желѣзо, либо сварочная сталь, въ зависимости отъ того, сколько осталось въ желѣзѣ углерода. Для кричной выдѣлки желѣза употребляютъ чистый бѣлый чугуны; сѣрый чугуны, а также чугуны, содержащій кремній, должны быть предварительно переплавлены въ бѣлый чугуны. Кричное желѣзо очень чистое; зависать это отъ употребленія древеснаго угля (при каменномъ углѣ или коксѣ получается очень нечистое желѣзо), но оно очень дорого, такъ какъ способъ его производства мало производительный, поэтому его употребляютъ только въ особыхъ случаяхъ.

Пудлингованіе производится въ пламенныхъ печахъ. Чугуны расплавляются въ особой камерѣ раскаленными газами, получаемыми отъ сжиганія топлива (каменный уголь) въ отдѣльной топкѣ. Расплавленный чугуны перемѣшиваютъ, стараясь привести его въ возможно тѣсное соприкосновеніе съ горящими газами, а также съ желѣзистыми шлаками, образующимися въ печи; это дѣлаютъ для того, чтобы углеродъ чугуна сгорѣлъ и такимъ образомъ выдѣлился изъ него. Благодаря этому процессу, расплавленный чугуны густѣетъ и наконецъ, когда теряетъ желаемое количество углерода, то превращается въ густую тѣстообразную массу. Полученную по кричному способу или пудлингованіемъ желѣзную массу, такъ называемую крицу, превращаютъ ударами пароваго молота въ массивную болванку, причемъ надо обращать вниманіе на то, чтобы въ желѣзѣ, по возможности, не осталось шлаковъ, а также, чтобы вся болванка была хорошо сварена. Затѣмъ болванку вытягиваютъ въ полосы, но этихъ полосъ не пускаютъ въ дѣло, такъ какъ онѣ содержатъ нѣкоторое количество шлаковъ; чтобы устранить шлаки, полосу разрубаютъ на куски и складываютъ въ пакеты. Полученные пакеты накачиваютъ въ сварочныхъ печахъ до ярко бѣлаго каленія и снова проковываютъ паровымъ молотомъ; затѣмъ ихъ вытягиваютъ въ полосы и пускаютъ въ дѣло. Этотъ процессъ, имѣющій дѣлю сдѣлать желѣзо

*) Углеродъ сгораетъ при этомъ въ окись углерода, которая выдѣляется въ видѣ голубыхъ огоньковъ. Окись углерода—газообразное тѣло безъ вкуса и запаха.

**) Шлаки содержатъ желѣзо, потому что при плавленіи часть желѣза соединяется съ кислородомъ вдуваемого воздуха и образуетъ окислы желѣза, которые уносятся шлаками. Затѣмъ кислородъ этихъ окисловъ, соединяясь съ углеродомъ чугуна, даетъ окись углерода; такимъ образомъ содержание углерода въ чугуны уменьшается.

чистымъ и равномернымъ, производится обыкновенно одинъ разъ и лишь для полученія особенно чистаго желѣза повторяется нѣсколько разъ.

Сварочная сталь добывается изъ желѣза цементированіемъ; сущность этого процесса состоитъ въ томъ, что желѣзу сообщаютъ углеродъ безъ доступа воздуха. Для этого кладутъ тонкія и узкія желѣзные полосы въ ящики изъ огнеупорнаго кирпича или глины, наполненные какимъ-нибудь цементирующимъ порошкомъ (обыкновенно древесный уголь). Сверху въ ящики насыпаютъ слой песка и ставятъ ихъ въ особыя пламенные печи, въ которыхъ въ теченіе 8 или 9 дней поддерживаютъ температуру ярко краснаго каленія; затѣмъ въ теченіе слѣдующихъ 6 дней медленно охлаждають печь до тѣхъ поръ, пока проба не покажетъ перехода желѣза въ сталь. Стальные полосы, вынутыя изъ ящиковъ, содержатъ углеродъ въ высшей степени неравномерно. Поэтому ихъ сперва сортируютъ по содержанию углерода, а затѣмъ подвергаютъ вышеописанному процессу рафинированія или же переплавляютъ въ тигляхъ въ литую сталь.

Желѣзо и сталь носятъ названія тѣхъ способовъ, по которымъ они добыты; кричное и пудлинговое желѣзо, кричная, пудлинговая и цементированная сталь.

Литое желѣзо и литая сталь добываются по способу Бессемера, въ такъ называемомъ конвертерѣ. Это грушеобразный, вращающійся на двухъ цапфахъ сосудъ изъ листового желѣза, обложеннаго изнутри огнеупорнымъ кирпичемъ, содержащимъ кремневую кислоту. Въ этотъ сосудъ заливаютъ расплавленный, сѣрый, богатый кремнеземомъ чугуны и вдвуютъ въ него сквозь мелкія отверстія въ днѣ сильно сжатый воздухъ. Углеродъ чугуна сгораетъ въ кислородъ воздуха и такимъ образомъ выдѣляется изъ металла. При этомъ процессы сгораютъ также и другія примѣси чугуна, образуя при этомъ шлаки, богатые кремневой кислотой. При сгораніи разныхъ примѣсей чугуна, въ особенности кремнезема, выдѣляется такое количество тепла, которое поддерживаетъ всю массу металла въ расплавленномъ состояніи даже тогда, когда весь углеродъ изъ него уже выдѣлился. Прежде чѣмъ весь углеродъ чугуна успѣваетъ сгорѣть, часть желѣза вступаетъ въ соединеніе съ кислородомъ вдвухаемаго воздуха и даетъ окислы желѣза, остающіеся въ жидкомъ металлѣ. Этотъ процессъ можно по произволу продолжать, либо до полученія ковкаго углеродистаго желѣза, либо до полного выдѣленія углерода. Въ первомъ случаѣ очень трудно уловить моментъ, когда содержаніе углерода въ расплавленной массѣ соответствуетъ ковкому желѣзу, а потому почти всегда процессъ ведутъ до полного выдѣленія углерода изъ металла; этотъ же моментъ легко опредѣлить, наблюдая оптическими приборами за пламенемъ, выдѣляющимся изъ конвертера. Когда въ расплавленномъ металлѣ нѣтъ больше углерода, конвертеръ наклоняютъ и заливаютъ въ него опредѣленное количество, заранее расплавленного, зеркальнаго чугуна съ содержаніемъ марганца отъ 10 до 15%; послѣ этого снова ставятъ конвертеръ прямо и, если требуется, производятъ дутье въ теченіе нѣсколькихъ секундъ; затѣмъ въ теченіе нѣсколькихъ минутъ оставляютъ конвертеръ спокойно стоять. Углеродъ зеркальнаго чугуна распределяется по всему металлу и превращаетъ его въ литую сталь, марганецъ же, отнимая кислородъ отъ окисловъ желѣза, соединяется съ нимъ и образуетъ шлаки. Если хотятъ получить въ конвертерѣ литое желѣзо, то, вмѣсто зер-

кальнаго чугуна, бросаютъ въ него куски марганца, такимъ образомъ при томъ же количествѣ марганца въ него вводятъ гораздо меньше углерода.

Весь вышеописанный процессъ продолжается не болѣе 15—20 минутъ. Этотъ способъ полученія литого желѣза и литой стали обладаетъ тѣмъ недостаткомъ, что весь фосфоръ, находящійся въ чугунѣ, переходитъ въ продуктъ производства, который этимъ сильно портится, въ особенности, если это сталь. Для добыванія по простому способу Бессемера желѣза и стали, не содержащихъ фосфора, надо употреблять дорогіе сорта чугуна безъ фосфора. При обыкновенномъ способѣ Бессемера фосфоръ не удаляется изъ металла потому, что фосфорная кислота, образующаяся при сгораніи фосфора, не поглощается шлаками, содержащими кремневую кислоту. Между тѣмъ необходимо употреблять чугуны, богатый кремнеземомъ, такъ какъ сгораніемъ кремнезема достигается высокая температура, нужная для поддержанія металла въ жидкомъ состояніи. Можно прибавленіемъ известняка такъ измѣнить составъ шлаковъ, что они будутъ поглощать фосфорную кислоту; но такіе шлаки теряютъ эту способность вслѣдствіе того, что разбѣдаютъ обыкновенную обмазку конвертера, поглощая изъ нея кремневую кислоту, которую она должна содержать для огнеупорности. Томасу и Джилхристу удалось приготовить особую обмазку, не содержащую кремневой кислоты и хорошо выдерживающую высокую температуру конвертера. Въ конвертерѣ съ обмазкой Томаса можно получать изъ чугуна богатого фосфоромъ чистую сталь и желѣзо; для этого употребляютъ бѣлый чугунъ свободный отъ кремнезема, но содержащій нѣкоторое количество фосфора, къ нему примѣшиваютъ для образованія шлаковъ известнякъ. Такъ какъ чугунъ не долженъ содержать кремнезема, то въ конвертерѣ не хватаетъ топлива для поддержанія металла въ расплавленномъ видѣ; этотъ недостатокъ устраняется употребленіемъ чугуна, содержащаго фосфоръ, такъ какъ фосфоръ дѣлаетъ чугунъ легковлажнымъ. Сперва сгораетъ углеродъ чугуна, затѣмъ фосфоръ, обращаясь въ фосфорную кислоту, которая жадно поглощается шлаками и обмазкою. При этомъ процессѣ моментъ полнаго выдѣленія углерода изъ металла нельзя узнать по пламени, какъ это дѣлается въ простомъ процессѣ Бессемера; этотъ моментъ опредѣляется съ большимъ трудомъ и вѣточно посредствомъ пробъ; поэтому рѣдко прибѣгаютъ къ прибавленію зеркальнаго чугуна, тѣмъ болѣе, что при этомъ фосфоръ снова переходитъ изъ шлаковъ въ металлъ. Вышеописанный способъ полученія литой стали и желѣза носитъ названіе способа Томаса. Этимъ способомъ пользуются преимущественно для полученія литого желѣза; если же хотятъ въ видѣ исключенія получить по этому способу литую сталь прибавленіемъ зеркальнаго чугуна, то необходимо сперва слить шлаки. Ковкіе продукты, получаемые въ конвертерѣ, носятъ названіе Бессемеровской и Томасовской стали, а также Бессемеровскаго и Томасовскаго желѣза. Изъ конвертера расплавленный металлъ выливаютъ въ толстоствѣнные, чугунныя формы для того, чтобы онъ по возможности быстро застылъ; такъ какъ при медленномъ охлажденіи образуются слои металла съ различнымъ содержаніемъ углерода, и болванка получается не вездѣ одинаковой твердости. Затѣмъ болванкамъ придаютъ желаемую форму посредствомъ ковки или прокатки.

Литое желѣзо и сталь получаютъ также по способу Симпсъ-Мартена, который состоитъ въ сплавленіи въ особыхъ пламенныхъ печахъ чугуна съ желѣзомъ. Въ обыкновенныхъ пламенныхъ печахъ нельзя достигнуть температуры необходимой для расплавленія желѣза; но это легко достигается въ регенераторной печи

Сименса, въ которой изъ сравнительно плохого топлива, какъ, напр., землистаго бурого угля, угольной мелочи и т. п. добываются горючіе газы такъ называемые генераторные газы. Эти газы сжигаютъ въ предварительно сильно накалиномъ воздухѣ, вслѣдствіе чего получается чрезвычайно высокая температура. Воздухъ подогревается тѣмъ, что проводится поочередно сквозь одну изъ двухъ камеръ, наполненныхъ огнеупорнымъ кирпичемъ, который предварительно раскаленъ до бѣла горящими газами, выходящими изъ пламенной печи. Въ печи расплавляютъ отъ 150 до 200 клг. (отъ 9—12 пуд.) чугуна, а затѣмъ прибавляютъ къ нему отдѣльные сильно раскаленные куски сварочной стали или сварочнаго желѣза и, наконецъ, тщательнымъ перемѣшиваніемъ приводятъ металлъ въ соприкосновеніе съ кислородомъ горящихъ газовъ, который при этомъ сжигаетъ углеродъ чугуна. Вышеописанный процессъ длится такъ долго, что за ходомъ его легко слѣдить посредствомъ пробъ; это даетъ возможность получать изъ различныхъ сырыхъ матеріаловъ желѣзо одного и того же состава. Если подъ печи сдѣланъ изъ матеріала, содержащаго кремневую кислоту, то процессъ выплавки надо вести со шлаками, содержащими кремневую кислоту. слѣдовательно надо, либо употреблять сырый чугунъ, содержащій кремній, либо прибавлять пудлинговые шлаки, которые тоже содержатъ кремневую кислоту. Въ этомъ случаѣ фосфоръ чугуна всецѣло переходитъ въ ковкіе продукты. Въ печахъ Мартена можно получать изъ фосфористаго чугуна ковкіе продукты, не содержащіе фосфора; для этого надо сдѣлать подъ пламенной печи изъ того же матеріала, изъ котораго дѣлаютъ обмазку конвертера Томаса, и прибавлять въ расплавленному чугуну известнякъ для образованія шлаковъ, способныхъ поглощать фосфоръ.—Литую сталь получаютъ иногда переизливкой сварочной стали въ тигляхъ изъ графита или огнеупорной глины; для этого разрубаютъ полосы сварочной стали на куски и наполняютъ ими тигли; чтобы воспрепятствовать выгоранію углерода стали, сверхъ нея, насыпаютъ слой древеснаго угля. Эта выплавка ведется, либо въ низкихъ шахтенныхъ печахъ, отопляемыхъ коксомъ, либо въ регенераторной печи Сименса. Несмотря на плотно закрытые тигли, составъ стали мѣняется. При тигляхъ изъ огнеупорной глины кислородъ горящихъ газовъ проникаетъ сквозь поры тигля и отнимаетъ у стали часть ея углерода; графитовые же тигли отдаютъ стали кремній, который они должны содержать для огнеупорности. Литая сталь, полученная по вышеописанному способу, уступаетъ въ чистотѣ лучшимъ сортамъ сварочной и литой стали, во всякомъ же случаѣ это не самая лучшая сталь. Въ тигляхъ можно получить сталь, сплавляя въ нихъ чугунъ съ желѣзомъ; такая сталь употребляется исключительно для фасонныхъ отливокъ.

Есть еще одинъ видъ ковкаго желѣза, такъ называемый, ковкій чугунъ; его добываніе основано на свойствѣ бѣлаго чугуна терять часть своего углерода при продолжительномъ накаливаніи въ присутствіи вещества богатаго кислородомъ, напр., красного желѣзняка. Готовыя отливки изъ бѣлаго чугуна укладываютъ вмѣстѣ съ краснымъ желѣзнякомъ въ чугунные ящики цилиндрической или кубической формы; эти ящики ставятъ въ пламенную печь и затѣмъ въ теченіе 18—24 часовъ постепенно повышаютъ температуру въ печи до ярко-краснаго каленія. Эту температуру поддерживаютъ отъ 60 до 80 часовъ и, наконецъ, медленно охлаждаютъ въ продолженіе 36 часовъ и болѣе. Тонкія части отливки теряютъ при этомъ процессѣ весь свой углеродъ и дѣлаются менѣе прочными, такъ какъ другія примѣси чугуна остаются