

Б.В. Линчевский

Металлургия черных металлов

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 66.0
ББК 35
Б11

Б11 **Б.В. Линчевский**
Металлургия черных металлов / Б.В. Линчевский – М.: Книга по Требованию, 2023. – 360 с.

ISBN 978-5-458-33565-2

ISBN 978-5-458-33565-2

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

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.

	Стр.
Глава XII. Производство ферросплавов	229
§ 1. Устройство ферросплавных печей	229
§ 2. Технология производства ферросилиция	235
§ 3. Производство углеродистого ферромарганца	238
§ 4. Производство углеродистого феррохрома	240
§ 5. Металлотермический способ производства ферротитана	242
Раздел третий. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ	
Глава XIII. Пластическая деформация и основы теории прокатки	244
§ 1. Силы и напряжения	244
§ 2. Схемы напряженного состояния и схемы деформации	246
§ 3. Уравнение пластичности	248
§ 4. Пластическая деформация металлов и сплавов в горячем и холодном состоянии	249
§ 5. Пластическое изменение формы кристаллических тел	251
§ 6. Неравномерность деформации	252
§ 7. Постоянство объема металла и коэффициенты деформации	254
§ 8. Дислокации	255
§ 9. Закон наименьшего сопротивления	257
§ 10. Основы теории прокатки	258
§ 11. Условие захвата металла валками	259
§ 12. Роль трения при прокатке. Коэффициент трения при пластической деформации	260
§ 13. Зависимость рабочего диаметра валков от степени деформации и коэффициента трения	261
§ 14. Уширение при прокатке	261
§ 15. опережение при прокатке	262
§ 16. Усилие прокатки	262
§ 17. Направление сил, действующих на валки, и момент прокатки	263
§ 18. Экспериментальное определение усилия прокатки	264
Глава XIV. Нагрев металла перед прокаткой и нагревательные устройства	266
§ 1. Температура нагрева стали перед прокаткой	266
§ 2. Скорость нагрева металла	268
§ 3. Температура металла в конце прокатки	268
§ 4. Охлаждение стали после прокатки	269
§ 5. Нагрев слитков	270
§ 6. Нагрев заготовок	274
Глава XV. Основное и вспомогательное оборудование прокатных станов	279
§ 1. Главная линия прокатного стана	279
§ 2. Классификация прокатных станов	280
§ 3. Классификация рабочих клетей прокатных станов	281
§ 4. Оборудование главной линии прокатного стана	282
§ 5. Вспомогательное оборудование прокатных станов	288
Глава XVI. Технология прокатки	299
§ 1. Подготовка слитков и заготовок к прокатке	299
§ 2. Калибровка валков	300

	Стр
§ 3. Контроль технологического процесса	302
§ 4. Технологические схемы прокатного производства на металлургическом заводе	303
§ 5. Производство блюмов	304
§ 6. Производство заготовок	306
§ 7. Производство крупносортовой стали	308
§ 8. Производство среднесортной стали	309
§ 9. Производство мелкосортной стали	311
§ 10. Производство катанки	311
§ 11. Производство рельсов и балок	312
§ 12. Станы специального назначения	313
§ 13. Техничко-экономические показатели работы сортовых прокатных станов	316
§ 14. Производство толстолистовой стали	317
§ 15. Производство широкополосовой стали	319
§ 16. Производство холоднокатаных листов и лент	320
§ 17. Производство проката из металлических порошков	322
§ 18. Техничко-экономические показатели работы листовых прокатных станов	324
Глава XVII. Производство бесшовных и сварных труб	325
§ 1. Производство бесшовных труб	325
§ 2. Производство труб на автоматическом стане	327
§ 3. Производство труб на непрерывном стане	329
§ 4. Производство холоднокатаных труб	331
§ 5. Производство труб методом непрерывной печной сварки	332
§ 6. Производство электросварных труб	334
Глава XVIII. Волоочильное производство	335
§ 1. Основы теории волочения	335
§ 2. Волоки	337
§ 3. Смазка при волочении	338
§ 4. Технологический процесс производства проволоки	339
§ 5. Машины для волочения проволоки	340
Приложение	344
Предметный указатель	356
Рекомендательный библиографический список	360

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемый учебник написан в соответствии с программой курса «Металлургия черных металлов» для средних специальных учебных заведений по специальностям: «Доменное производство», «Производство стали», «Электрометаллургия стали и ферросплавов», «Прокатное производство», «Проволочное, калибровочное и канатное производство». Специальные курсы для учащихся, специализирующихся по металлургии чугуна или по производству стали, имеют больший объем и более глубокое содержание, чем материал, приведенный в данной книге. Поэтому, например, будущие доменщики должны использовать второй и третий разделы, посвященные металлургии стали и обработке металлов давлением, а будущие прокатчики — первый и второй разделы, в которых рассмотрены выплавка чугуна и стали.

При написании книги авторы стремились хотя бы кратко познакомить читателя не только с основами металлургического производства, но и с новейшими процессами, получившими распространение в современной металлургии, с последними достижениями в соответствующих отраслях металлургии, с новыми агрегатами. Физико-химические основы плавки чугуна, стали, ферросплавов, математические формулы процессов обработки металлов давлением приведены в большинстве случаев без выводов; даны только основные уравнения химических реакций и формулы, описывающие механизм прокатки металла.

Решениями XVII съезда КПСС перед черной металлургией поставлены задачи интенсификации всех стадий металлургического производства, внедрения новой техники и технологии, повышения качества металлургической продукции, что в полной мере нашло отражение в книге.

Авторы показали роль новейших достижений научно-технического прогресса в усовершенствовании и реконструкции всех этапов металлургического производства, ознакомили учащихся с достижениями советских ученых металлургов и производственников. В книге рассказано о ряде перспективных направлений, которые еще не получили широкого развития, но должны оказать значительное влияние на состояние металлургии. В Приложении приведены справочные данные, которые могут быть использованы учащимися при курсовом и дипломном проектировании.

Раздел первый и главы IX, X, XI и XII написаны Б. В. Линчевским, главы VI, VII, VIII — А. Л. Соболевским и третий раздел — А. А. Кальменевым.

Авторы выражают глубокую благодарность рецензенту А. Н. Шатуну — преподавателю Уральского политехникума — за внимательный подробный разбор рукописи и ценные замечания, направленные на повышение качества учебника.

ВВЕДЕНИЕ

Значение металлов в современной жизни очень велико. Несмотря на то что химические материалы — пластмассы, синтетические смолы и др. получают все большее распространение, роль металлов не только не уменьшается, но еще более возрастает в связи с освоением космического пространства, разработкой природных богатств земли, находящихся на ее поверхности и под дном океана, с развитием производства атомной энергии, транспорта, связи, микро- и радиоэлектроники и т. д.

Железо является одним из самых распространенных элементов на земле. Его доля составляет ~4 % массы всей верхней части земной коры. Атомная масса железа 55,84, атомный номер 26, плотность 7,86 г/см³, температура плавления 1540 °С. Чистое железо — серовато-беловатого цвета, обладает пластичностью и магнитными свойствами.

В этой книге рассматривается производство черных металлов в последовательности современной технологической схемы производства: 1) выплавка чугуна из железной руды — доменное производство; 2) прямое получение железа и металлizationного сырья; 3) выплавка стали из чугуна, металлического лома; 4) обработка стальных слитков и заготовок на прокатных станах и получение готовых изделий и полуфабрикатов. Обычно черными металлами называют железо и сплавы железа с различными элементами. Основным элементом, придающим железу разнообразные свойства, является углерод. Сплавы с содержанием углерода до 2,14 % называют сталями, а сплавы с более высоким содержанием углерода — чугунами. Помимо углерода, в состав стали и чугуна входят различные элементы. Легирующие элементы улучшают, а вредные примеси ухудшают свойства железных сплавов. К легирующим элементам относятся марганец, кремний, хром, никель, молибден, вольфрам и др. К вредным примесям — сера, фосфор, кислород, азот, водород, мышьяк, свинец и др. В зависимости от содержания легирующих сталь или чугун приобретают различные свойства и могут быть использованы в той или иной области промышленности. Так, например, инструментальные стали с высоким содержанием углерода используют для изготовления режущего обрабатывающего инструмента. При повышении содержания хрома и никеля стали приобретают антикоррозионные свойства (нержавеющие стали). Стали с повышенным содержанием кремния используют в электротехнике в виде трансформаторного железа и т. п. Чугуны с высоким содержанием кремния используют в литейном деле. Для деталей, выдерживающих повышенные нагрузки, применяют высокопрочные чугуны, содержащие хром, никель и т. д. Металл, используемый в промышленности, сельском хозяйстве, строительстве, на транспорте и т. д., имеет различную форму, размеры и физические свойства. Придание металлу требуемой формы, необходимых размеров и различных свойств достигается обработкой слитков стали давлением и последующей термической обработкой. Для получения различной формы изделий применяют свободную ковку, штамповку на молотах и прессах, листовую штамповку, прессование, волочение и прокатку. На прокатных станах обрабатывается до 80 % всей выплавляемой стали, на них производят листы, трубы, сортовые профили, рельсы, швеллеры, балки и т. п.

Добыча железа началась, по крайней мере, за два тысячелетия до нашей эры. Получение чистого железа, его сплавов стало воз-

возможен благодаря опыту, накопленному древними металлургами по выплавке меди и ее сплавов с оловом, серебром, свинцом и другими легкоплавкими металлами.

Плавку железа в древности производили в ямах — горнах, обмазанных глиной или выложенных камнем. В гори загружали дрова и древесный уголь. Через отверстие в нижней части горна нагнетали с помощью кожаных мехов воздух. На смесь древесного угля и дров засыпали измельченную железную руду. Сгорание дров и угля проходило интенсивно. Внутри горна достигалась относительно высокая температура.

Благодаря взаимодействию угля и оксида углерода CO , образовавшегося при сгорании угля, с оксидами железа, содержащимися в руде, железо восстанавливалось и в виде тестообразных кусков накапливалось на дне горна. Куски были загрязнены золой, шлаком, выплавлявшимся из составляющих руды. Такое железо называли сыродутым. Из него необходимо было удалить примеси прежде, чем приступить к изготовлению изделий. Разогретый металл ковали и на наковальне выжимали остатки шлака, примесей и др. Отдельные куски железа сваривали в единое целое. Такой способ существовал вплоть до XII—XIII вв. Когда стали использовать энергию падающей воды и приводить в движение меха механическим способом, удалось увеличить объем воздуха, подаваемого в гори. Гори сделали больше, стенки его выросли из земли, он стал прообразом доменной печи — домины. Домины имели высоту в несколько метров и сужались кверху. Сначала они были квадратными, потом стали круглыми. Подачу воздуха производили через несколько фурм. В нижней части домины имелось отверстие, замазываемое глиной, через которое после окончания плавки вынимали готовое железо. Улучшение технологии плавки, обкладки стенок домины природным огнеупорным камнем позволили значительно повысить температуру в горне. На дне печи образовывался жидкий сплав железа с углеродом — чугуи. Вначале чугуи считали отходом производства, так как он был хрупким. Позже заметили, что чугуи обладают хорошими литейными свойствами и из него стали отливать пушки, ядра, архитектурные украшения.

В начале XIV в. из чугуна научились готовить ковкое железо, появился двухступенчатый способ производства металла. Куски чугуна переплавляли в небольших тиглях — горнах, в которых удавалось получать высокую температуру и создавать окислительные условия в области фурм. Благодаря окислению из чугуна выжигали большую часть углерода, марганца, кремния. На дне тигля собирался слой железной массы — крица. Масса была загрязнена остатками шлака. Ее извлекали из тигля клещами или ломом и тут же в разогретом состоянии подвергали ковке для выдавливания загрязнений и сваривания в один прочный кусок. Такие горны назывались кричными. Они обладали большей производительностью, чем сыродутые, и давали металл более высокого качества. Поэтому со временем получение сыродутного железа было прекращено. Выгоднее было получать железо из чугуна, чем непосредственно из руды. По мере улучшения качества железа возрастали и потребности в нем в сельском хозяйстве, военном деле, строительстве, промышленности. Возрастало производство чугуна, домины увеличивались в размерах, постепенно превращаясь в доменные печи. В XIV в. высота доменных печей достигала уже 8 м.

Ускоренное развитие металлургии началось после замены древесного угля коксом. Вырубка лесов для получения древесного угля

привела к тому, что уже в XV в. в Англии было запрещено использовать древесный уголь в металлургии. Применение кокса не только удачно решило проблему топлива, но и благоприятствовало росту производительности доменных печей. Благодаря повышенной прочности и хорошей теплотворной способности кокса стало возможным увеличение диаметра и высоты печей. В 1828 г. был выдан патент на применение в доменных печах подогретого воздуха. Эта мера позволила значительно снизить расход кокса, повысить производительность и температуру в горне печей. Позднее были успешно проведены опыты по использованию доменного колошникового газа для подогрева дутья. Раньше все газы выбрасывались в атмосферу, теперь колошник стали делать закрытым и улавливали отходящие газы. Многие операции доменного процесса были механизированы.

Одновременно совершенствовался и способ получения стали. Кричный способ уже не мог удовлетворить потребности в железе. Прочность сталям придавал углерод. Науглероживание кричного железа производили либо в твердом состоянии, либо сплавлением с чугуном в маленьких тиглях. Но такие методы не могли дать много стали. В конце XVIII в. на металлургических заводах появился новый процесс — пудлингование. Сущность процесса пудлингования заключалась в том, что топка была отделена от ванны, в которой расплавляют чугун. По мере окисления примесей из жидкого чугуна выпадали кристаллы твердого железа, которые накапливались на поду ванны. Ванну перемешивали ломом, намораживали на него тестообразную железную массу (до 50 кг) и вытаскивали из печи. Эту массу — крицу обжимали под молотом и получали железо.

В 1856 г. Генри Бессемер в Англии разработал наиболее производительный способ получения стали из чугуна — продувкой воздухом жидкого чугуна в конвертере, выложенном изнутри кремнеземистым кирпичом. В бессемеровских конвертерах перерабатывали чугуны с повышенным содержанием кремния. Процесс шел быстро: 15—18 т чугуна превращались в сталь в течение 15—20 мин. Для переработки чугуна с повышенным содержанием фосфора Томасом был предложен конвертер с футеровкой из оксидов кальция и магния.

В 1864 г. в Европе появились первые мартеновские печи, в которых расплавление чугуна, окисление его примесей производили в подовых (отражательных) печах. Печи работали на жидком и газообразном топливе. Газ и воздух подогревали теплом отходящих газов. Благодаря этому в печи развивались настолько высокие температуры, что стало возможным на поду ванны иметь не только жидкий чугун, но и поддерживать в жидком состоянии более тугоплавкое железо и его сплавы. В мартеновских печах начали получать из чугуна сталь любого состава и использовать для переплава стальной и чугунный лом. В начале XX в. появились электрические дуговые и индукционные печи. В этих печах выплавляли легированные высококачественные стали и ферросплавы. В 50-х годах XX в. начали использовать процесс передела чугуна в сталь в кислородном конвертере продувкой чугуна кислородом через фурму сверху. Сегодня это наиболее производительный метод получения стали. В последние годы появились значительно усовершенствованные по сравнению с прошлым процессы прямого получения железа из руды.

Развитие сталеплавильного производства повлекло за собой и развитие нового оборудования для горячей и холодной обработки стали. В конце XVIII в. появились прокатные станы для обжатия слитков и проката готовых изделий. В первой половине XIX в. нача-

ли применять крупные паровые и воздушные молоты дляковки тяжелых слитков. Последняя четверть XIX в. ознаменовалась появлением крупных прокатных станов и станов для непрерывной прокатки с электрическими приводами.

В России до XVII в. производство железа носило кустарный характер. Выплавкой железа занимались отдельные крестьянские семьи или совместно несколько крестьянских дворов. Строили доменны на землях Новгородчины, Псковщины, в Карелии. В начале XVII в. появились доменные печи на Городищенских заводах около Тулы, началось строительство заводов на Урале. В 1699 г. был построен Невьянский завод. Бурное производство чугуна началось при Петре I. Демидовыми на Урале была построена колоссальная по тем временам печь высотой в 13 м, выплавлявшая в сутки 14 т чугуна. Большие земельные вотчины, лежащие рядом с заводом, приписывались к заводу вместе с крестьянами, которые обязаны были отрабатывать на нем определенное время. Крепостное право в течение длительного времени обеспечивало заводы рабочей силой. Хорошие природные условия — руда, лес, из которого выжигали уголь, обилие воды, энергию которой использовали для приведения в движение различных механизмов, — способствовали бурному развитию русской металлургии. Чугун начали экспортировать за границу. Россия занимает первое место в мире по выплавке чугуна. В 1763 г. М. В. Ломоносовым написан труд: «Первые основания металлургии или рудных дел». Эта книга в течение многих лет являлась единственным пособием для русских инженеров и техников. Но в XIX в. крепостное право стало тормозом в развитии производства. Капиталистические страны Европы и США обогнали Россию по производству чугуна и стали. Если с 1800 по 1860 г. производство чугуна в России увеличилось только в два раза, то в Англии оно возросло в десять раз, во Франции — в восемь раз. Владельцы русских заводов, имевшие в своем распоряжении дешевую рабочую силу, не заботились о развитии производства, о внедрении технических новшеств, облегчении условий труда рабочих. Постепенно старые уральские заводы приходили в упадок и останавливались. Однако развитие капитализма в России в конце XIX в. вызвало подъем в черной металлургии, особенно в южных районах (Украина). В 1870 г. русский купец Пастухов построил в г. Сулине завод для выплавки чугуна на донецком антраците. В местечке Юзовка (ныне г. Донецк) был пущен крупнейший по тому времени Юзовский металлургический завод. Бурное развитие металлургия Юга получила с открытием залежей железных руд Кривого Рога. В сочетании с запасами донецких углей это стало основой развития горнорудной промышленности Юга России. В отличие от заводов Урала южные заводы были оборудованы более крупными агрегатами. В доменные печи загружали кокс и выдавали в сутки примерно в шесть-семь раз больше чугуна, чем в печах, работающих на древесном угле.

В 1870 г. на Сорновском заводе в Нижнем Новгороде заработали первые мартеновские печи, а в Донбассе в сталелитейных цехах появились и конвертеры. В 1910 г. была установлена первая дуговая сталеплавильная печь, а в конце 1917 г. под Москвой стал работать электрометаллургический завод с несколькими электропечами.

В годы гражданской войны развитие металлургии было приостановлено, и только в 1926 г. был достигнут уровень 1913 г. — максимальной дореволюционной выплавки стали 4,3 млн. т.

Интенсивное развитие черная металлургия в СССР получила в годы первых пятилеток. Были построены крупнейшие в мире комбинаты — Магнитогорский и Кузнецкий; заводы Запорожский, «Азовсталь», Криворожский. Подвергались коренной реконструкции старые заводы: Днепропетровский, Макеевский, Нижне-Днепровский, Тагирогский. Построены новые заводы высококачественных сталей: «Электросталь», «Днепроспецсталь». В 1940 г. производство стали достигло 18,5 млн. т и проката 13,1 млн. т.

Великая Отечественная война нанесла серьезный урон южным заводам СССР. Большая часть оборудования металлургических заводов была эвакуирована на Восток. В кратчайшие сроки на Урале и в Сибири было развернуто производство металла, необходимого для победы. Построены новые заводы — такие, как Челябинский, расширено производство на Кузнецком и Магнитогорском металлургических комбинатах, вывезенное оборудование устанавливалось на заводах в Златоусте, Нижнем Тагиле, Серове. Были освоены новые марки броневой, оружейной стали, налажен выпуск необходимых сортов проката. Металлурги страны создали в короткие сроки базу для наращивания всех видов вооружений и уже в 1943 г. Советский Союз значительно превосходил врага по производству танков, орудий, самолетов и другой техники. В послевоенные годы черная металлургия быстро оправилась от потерь. К 1950 г. уровень выплавки черного металла в полтора раза превысил довоенный. Все последующие пятилетки характеризуются последовательным наращиванием объемов производства, строительством новых заводов и цехов. Крупнейшими стали комбинаты: Магнитогорский, Новолипецкий, Западно-Сибирский, Криворожский, Череповецкий, Челябинский и ряд других. Появились кислородные конвертеры емкостью до 350 т, 900-т мартеновские печи, двухважные сталеплавильные агрегаты, 200-т дуговые электропечи, доменные печи с полезным объемом 5000 м³. Построены непрерывные станы для получения листа, сортового проката, труб, установки для непрерывной разливки стали (УНРС). В последнее время получила развитие специальная металлургия высококачественных сталей и сплавов: процессы получения стали на установках электрошлакового (ЭШП), вакуумного индукционного (ВИП), вакуумно-дугового (ВДП), электронно-лучевого (ЭЛП), плазменно-дугового (ПДП) переплавов.

Широко применяются такие методы, как обработка жидкой стали в ковше синтетическим шлаком и аргоном, вакуумирование жидкого металла. В 1974 г. по объему производства черных металлов СССР вышел на первое место в мире. Большую роль в развитии отечественной металлургии сыграли выдающиеся ученые нашей страны. П. П. Аносов разработал основы теории производства литой высококачественной стали, Д. К. Чернов является основоположником научного металловедения, его труды по кристаллизации стали не потеряли своего значения и в настоящее время. Академики А. А. Байков, М. А. Павлов, Н. С. Курнаков создали глубокие теоретические разработки в области восстановления металлов, доменного производства, физико-химического анализа, В. Е. Грум-Гржимайло, А. М. Самарин, М. М. Карнаухов заложили основы современного сталеплавильного и электросталеплавильного производства, академик И. П. Бардин известен во всем мире своими трудами в области доменного производства и организацией научных металлургических исследований. Рост производства в основном обеспечивался за счет

производительности труда. Развитие отечественной металлургии видно из данных, приведенных ниже.

Годы	1950	1960	1970	1980	1984
Чугун, млн. т	19,2	46,7	85,0	107,0	111,0
Сталь, млн. т	27,3	65,3	116,0	148,0	154,0

В годы XI пятилетки на техническое перевооружение отрасли было затрачено около 6 млрд. руб. Были построены конвертеры вместимостью 350 т, электропечи с мощностью трансформатора 60—80 МВ А, мощность установок по непрерывной разливке стали достигла 20 млн. т в год. Построены новые коксовые батареи, агломерационные фабрики, горнометаллургические комбинаты, в том числе Костомукшский ГМК, вошел в строй Оскольский электрометаллургический комбинат по производству стали из железа прямого восстановления, начали работать два электрометаллургических завода в Белоруссии и Молдавии производительностью по 600 тыс. т готового проката в год. Продолжается выведение из эксплуатации старых агрегатов, работа которых экономически нецелесообразна. Значительное внимание уделяется повышению качества металла на всех стадиях его производства. Проведены большие работы по улучшению качества подготовки железорудного сырья.

В XII пятилетке при стабильном уровне выплавки чугуна должно быть произведено 116—119 млн. т готового проката, в том числе 50 млн. т листового, 20—21 млн. т проката из низколегированной стали, освоены выпуск не менее 500 видов новых профилей проката, увеличена в 1,3—1,4 раза выплавка конвертерной и электростали, в два раза увеличена доля стали, разливаемой непрерывным способом, повышено качество металла, которое позволяло бы добиться значительной экономии его в металлопотребляющих областях.

Раздел первый МЕТАЛЛУРГИЯ ЧУГУНА

В настоящее время основное количество чугуна выплавляют в доменных печах из агломерата или железорудного концентрата.

В доменной печи в результате сжигания топлива и кокса создаются высокие температуры, необходимые для протекания процессов восстановления оксидов железа и образования жидкого чугуна. Кроме чугуна, в доменной печи образуется жидкий шлак и доменный газ — попутные отходы производства.

Глава I. СЫРЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДОМЕННОЙ ПЛАВКИ

§ 1. Требования к шихтовым материалам

В качестве шихтовых материалов доменной плавки используются кокс, агломерат, окатыши, руда, известняк. В настоящее время железорудная часть шихты доменных печей СССР состоит из 74 % агломерата, 22 % окатышей и 4 % руды. Шихтовые материалы необходимо загружать в доменную печь в кусках определенного размера (40—60 мм). При использовании крупных кусков длительность протекания процессов восстановления и офлюсования увеличивается. Мелкие куски забивают проходы для газов и нарушают равномерное опускание материалов в доменной печи. Куски кокса, агломерата должны быть прочными, хорошо сопротивляться истиранию. Под действием веса столба шихты в шахте доменной печи непрочные материалы превращаются в мелочь и пыль, которые засоряют проходы между крупными кусками; то же происходит и при истирании шихты. Кокс и агломерат должны иметь достаточную пористость. Это ускоряет сгорание топлива и восстановление оксидов железа. В шихтовых материалах должно быть минимальным содержание вредных примесей: фосфора, серы, мышьяка, свинца и др., которые переходят в состав чугуна, а из чугуна при его переплаве в сталь. Эти примеси отрицательно влияют на свойства готового металла.

Шихтовые материалы должны иметь однородный химический состав, например постоянное содержание железа в агломерате, золы в коксе, извести в известняке и т. д. Колебания химического состава нарушают нормальный ход доменной печи, приводят к повышенному расходу материалов.

§ 2. Железные руды

Минеральные ископаемые, содержащие металл, называют рудой. Кроме соединения, содержащего металл, — оксида, сульфида и др., в руду входят вещества, не содержащие металла. Они называются пустой породой. Своё название руды получают по тому металлу, ко-