

**Д.М. Татарченко**

**Металлургия чугуна, железа и стали в  
общедоступном изложении**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 66.0  
ББК 35  
Д11

Д11 **Д.М. Татарченко**  
Металлургия чугуна, железа и стали в общедоступном изложении / Д.М. Татарченко – М.: Книга по Требованию, 2023. – 491 с.

**ISBN 978-5-458-46410-9**

Репринт издания 1932 года

**ISBN 978-5-458-46410-9**

© 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.



## ОГЛАВЛЕНИЕ.

	Стр.
<b>ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКЦИИ . . . . .</b>	<b>3</b>
<b>ВВЕДЕНИЕ. Энергия и металл в истории человечества . . . . .</b>	<b>7</b>
<b>ГЛАВА ПЕРВАЯ. Общие сведения . . . . .</b>	<b>29</b>
1. Что такое металлургия . . . . .	—
2. Химия металлургии . . . . .	36
3. Горение . . . . .	61
4. Кокс и его получение . . . . .	68
5. Подготовка руд и флюсов к плавке . . . . .	79
6. Что такое металл . . . . .	84
7. Физические качества металла . . . . .	87
8. Механические свойства металлов . . . . .	92
9. Сплавы . . . . .	106
<b>ГЛАВА ВТОРАЯ. Производство чугуна . . . . .</b>	<b>108</b>
1. Доменный процесс . . . . .	—
2. Хранение и подача сырых материалов и топлива к печам . . . . .	153
<b>ГЛАВА ТРЕТЬЯ. Производство литой стали . . . . .</b>	<b>159</b>
1. Бессемеровский процесс . . . . .	—
2. Различные видоизменения Бессемеровского процесса . . . . .	180
3. Основное бессемерование или томасирование . . . . .	185
4. Малое бессемерование . . . . .	196
5. Мартеновский процесс . . . . .	193
6. Устройство мартеновского цеха . . . . .	206
7. Работа мартеновской печи . . . . .	216
8. Размеры мартеновских печей . . . . .	255
9. Генераторы . . . . .	259
10. Данные о работе мартеновского цеха . . . . .	273
<b>ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ. Сталепрокатное дело . . . . .</b>	<b>276</b>
1. Краткая история развития сталепрокатного дела . . . . .	—
2. Деление прокатных станов в зависимости от способа прокатки . . . . .	288
3. Процесс прокатки . . . . .	292
4. Типы прокатных станов . . . . .	297
5. Прокатные станы с маховым колесом . . . . .	300
6. Прокатные станы без махового колеса . . . . .	303
7. Разделение станов по выполняемой ими работе . . . . .	304
8. Детали прокатного стана . . . . .	307
9. Обжимные станы или блюминги . . . . .	314
10. Листопрокатные станы . . . . .	321
11. Производство кровельного железа . . . . .	331
12. Прокатка маломмерной черной жести . . . . .	335
13. Броневые станы . . . . .	336
14. Рельсопрокатные станы . . . . .	337
15. Крупносортовые станы . . . . .	342

	СТР.
16. Проволока. . . . .	344
17. Прокатка средне-мелкосортного железа . . . . .	353
18. Печи прокатного производства . . . . .	365
<b>Г л а в а п я т а я. Термическая обработка . . . . .</b>	<b>378</b>
1. Данные о тепловой обработке металла. . . . .	—
2. Сталь в деле . . . . .	421
3. Быстрорежущая сталь . . . . .	423
4. Сварка . . . . .	426
5. Термическая обработка серых чугунов . . . . .	431
6. Что такое ковкий чугун . . . . .	435
<b>Г л а в а ш е с т а я. Электроплавка . . . . .</b>	<b>433</b>
<b>Г л а в а с е д ь м а я. Металлургия черных металлов за последнее десятилетие. . .</b>	<b>445</b>
1. Общие замечания . . . . .	—
2. Производство чугуна . . . . .	447
3. Горючее . . . . .	450
4. Сырые материалы . . . . .	453
5. Производство литой стали . . . . .	458
6. Прокатное производство . . . . .	471
7. Ковка тяжелых слитков . . . . .	484
<b>З а к л ю ч е н и е. Проф. А. Арский. . . . .</b>	<b>489</b>

---

## ВВЕДЕНИЕ.

### ЭНЕРГИЯ И МЕТАЛЛ В ИСТОРИИ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА.

Что дороже всего на свете живому существу?

За что сильнее и настойчивее всего, до последнего дыхания и последнего напряжения сил борется живое существо?

За свою жизнь и за жизнь своего ближайшего потомства и человеческого коллектива. С самого первого своего появления на свет живое, произвольно движущееся, существо боролось, борется и, пока существуют подходящие для жизни условия на земле, вероятно будет бороться.

Хочет живое существо этого или не хочет, есть у него *осознанное* желание жить или нет?

Вне сознания живого существа движут им непреодолимые, безотчетные, но целесообразные силы: непреодолимое стремление *самосохранения и продолжения рода*.

Благодаря этим непреодолимым силам, сумму которых иногда называют *инстинктом жизни*, человек, наиболее общественное из живых существ, наиболее восприимчивое и учитывающее опыт,— создал то мы называем культурой и цивилизацией: все богатства умственные, научных ценностей, богатства точного знания, искусства, материальных ценностей, все завоевания техники — города, фабрики, заводы, пути сообщения, сельское хозяйство, все усовершенствованные условия общего бытия человеческого.

Что человеку надо для того, чтобы жить?

Прежде всего питаться, надо есть, пить; второе — надо в чем жить: пещеру, шалаш, хату, дом, небоскреб, все то, в чем может укрыться человек от неприятных, отягчающих жизнь сил природы,— от ветра, холода, дождя, слишком горячего солнца; третье — надо во что одеться и обуться, т. е. опять-таки защитить себя от того же ветра, солнца и холода.

Воду человек еще в самые свои первые дни, теряющиеся в тумане тысячелетий, добывал достаточно легко; много труднее было добывать пищу: чтобы поймать для пищи животное, надо его догнать, победить, убить; чтобы найти съедобные растения, плоды и корни надо их отыскать, собрать и принести в свое жилище.

Когда человек научился возделывать растения, когда он отобрал и «приручил», одомашнил, или, как говорят, окультурил нужные ему растения, то оказалось, что надо: землю вспахать или взрыть, раздробить, взрыхлить, заборонить, посеять верно, смотреть за посевом, выпалывать сорные травы, дожидаться урожая, снять урожай.

обмолотить, просеять, провеять, отделить весь сор, смолоть или истолочь зерно в муку, сделать тесто, построить печь, иметь, в чем делать тесто, равно как и иметь все орудия от лопаты или мотыги до деревянной или каменной ступы, наконец надо уметь зажечь огонь и иметь топливо.

Дело оказывается длинное. И на это длинное дело надо затратить немалую долю *работы*.

Чтобы устроить жилище, тоже надо *поработать* и молотком, и топором, и пилой, и лопатой, и просто руками или собственным горбом.

Чтобы одеться, — надо поймать и убить зверя, снять с него шкуру и выделать ее; или опять пахать, боронить, сеять лен и коноплю, дергать их, вымачивать, трепать, сучить нити, сделать ткацкий станок и из нитей ткать материю — одним словом дело опять очень длинное и опять на это дело надо затратить огромное количество *работы*.

Не сделаешь сам — надо купить или выменять у другого.

А чтобы покупать или выменивать — надо иметь, *на что покупать*, на что менять. А чтобы иметь «купило», надо его или *сработать* или *заработать*.

Везде и повсюду — нужна *работа*.

Может ли человек все для него необходимое, т. е. питание, жилище, одежду, орудия труда добыть своими *личными*, человеческими силами?

Нет, не может. А если и смог бы, то у него на это ушло бы такое количество рабочего времени, что не осталось бы времени для отдыха, которого однако неумолимо требует от человека тот же благодетельный «*инстинкт жизни*».

Личной силы, *энергии человеческой* не хватает на то, чтобы молоть зерно в муку, переносить материалы для постройки жилища, отрывать эти материалы от скалы или ломать их в лесу в виде дерева.

Человек давно уже, много тысяч лет тому назад, все это почувствовал и стал искать средства, которые помогли бы ему увеличить его природные силы, облегчить ему его каждодневную работу.

Уже камень в руке дикаря, увеличивающий его удар по ореху, палка, удваивающая и утраивающая его силы в борьбе с диким зверем, указывала пути, где и как искать помощи.

Сам того не ведая, в седой древности, на заре своего бытия, человек сумел использовать *энергию силы тяжести* камня, т. е. использовать *энергию земного притяжения*, осознать и осмыслить которую он сумел спустя только десятки тысяч лет, когда в 1687 году англичанин Исаак Ньютон открыл и разработал законы всемирного тяготения.

Это первый источник энергии.

Английский ученый Дарвин рассказывал про обезьяну из зоологического сада, которую стремление увеличить свою силу не хуже первобытного человека натолкнуло на мысль об использовании энергии всемирного тяготения: обезьяна прекрасно освоилась со свойствами тяжелого камня, и не хуже человека расколачивала этим камнем орехи, получаемые ею от посетителей сада. Замечательно при этом было то, что по миновании надобности обезьяна старательно прятала драгоценный камень под солому в своей клетке.



С течением времени первобытный человек увидел, что если у камня будут края поострее, да если еще камень будет потверже, то им не плохо рубить дерево, увязавши камень в рукоятку. Так познал человек не только возможность пользоваться энергией, но и способ пользоваться ею наиболее целесообразно, с наименьшей ее затратой: дерево в конце-концов можно было свалить и ударом *тупого* камня, но гораздо скорее и легче его свалить ударами острого камня, т. е. такого, где всю силу удара (*всю энергию*), можно было собрать и сосредоточить на острее — на весьма малой площади.

Человек заметил, что гладким острым камнем-топором легче работать, чем шероховатым, и научился искусственно делать камни гладкими, шлифовать их: дикарь открыл новую возможность *полнее* использовать энергию удара — он уменьшил, свел почти на-нет, *вредную силу трения*.

Не легко, не просто и не быстро давалось первобытному человеку тщательное изготовление орудий труда, орудий *превращения естественной силы природы в полезную работу человека*. Целыми месяцами, если не годами, готовил первобытный мастер какой-нибудь топор или мотыгу, и хранил ее как драгоценность. Потому что не мало было охотников приобрести, заполучить какими бы то ни было средствами, наконец отнять у владельца эти драгоценности. И в действительности сплошь и рядом каменные орудия переходили из рук в руки ценою крови и человеческой жизни.

Так десятки тысяч лет тому назад возникла вооруженная борьба, если не за обладание *источниками* энергии, то за обладание *орудиями ее превращения в полезную работу*.

Прошли еще тысячелетия и припирег человек ветер, увидел, что может отбивать сор или мякину из его зерна, может вертеть крылья мельницы и избавить себя от каторжной работы изготовления муки в ступе или на жерновах, которые приводили в движение вручную.

Так узнал, ощуя, человек *второй источник энергии*: энергию солнца, которое разогревает воздух и заставляет его в виде ветра двигаться с холодного в более теплое место.

За многие тысячелетия своей жизни научилось человечество пользоваться разнообразными источниками энергии: водою, в виде быстро текущих рек и грохочущих по скалам и порогам водопадов; огнем, который получает человек от сжигания топлива — растений, деревьев, угля, торфа, нефти; электричеством, которое он получает благодаря тому же огню, от динамомашин. Но если присмотреться ко всем этим родам энергии поближе, то везде можно увидеть два на первый взгляд основные начала всех начал в энергии: *энергию силы тяжести и энергию солнца*.

Прежде, чем говорить, почему это так, — попробуем после всего вышесказанного определить, что такое *энергия*.

Что происходит с человеком, когда он работает?

Во-первых, он *непрерывно движется*; во-вторых, он *непрерывно что-нибудь движет*, т. е. преодолевает какое-либо сопротивление. Сидя *без движения*, работать человек не может и работы от него ждать бесполезно. А если человек и движется, но никаких *сопротивлений*

*не преодолевает*, то тоже никто не скажет, что такой человек работает.

Таким образом в наше обычное, каждодневное представление о работе входит представление о преодолении сопротивлений, т. е. о силе, преодолевающей эти сопротивления, а также одновременно и представление о движении, т. е. о прохождении *силой* некоторого пути.

Несет человек на плече мешок муки около пятидесяти килограммов, при каждом шаге человек приподнимается на шесть сантиметров (около  $2\frac{1}{2}$  дюймов) — человек этот совершает работу и затрачивает на нее свою энергию.

Совершать без отдыха какую-либо работу человек не может: он истратит на работу свой запас энергии и должен отдохнуть — накопить энергию. В вышеприведенном примере с мешком муки без отдыха человек в среднем может обойтись минут десять. За эти 10 минут он сделает около 1000 шагов, т. е. 1000 раз поднимет вес своего тела вместе с 50 килограммами муки на высоту 6 сантиметров. После этого энергия его израсходована.

Отдохнул человек. Дальше ему надо подниматься вверх по крутому пригорку. Можно заранее сказать, что по пригорку этот человек 1000 шагов не сделает: это настолько понятно, что доказывать не стоит, в крайнем случае всякий может это лично проверить на себе.

Поднимется этот человек метров на 60 над местом своего последнего отдыха и должен будет вновь отдыхать: энергия его вновь израсходована благодаря проделанной им работе.

Вес человека не увеличился, вес груза тоже, почему же быстрее израсходовалась энергия? Потому что с каждым шагом человек поднимался не на 6 сантиметров, как при ходьбе по ровному месту, а много выше, например сантиметров на 30. И в том и другом случае человек затратил свою энергию на определенное количество работы, причем работу эту можно подсчитать.

Работа тем больше, чем больше *преодолеваемое сопротивление* и чем больше *путь преодоления*. Отсюда недалеко до вывода, что работу можно измерить, помножив силу, преодолевающую сопротивления, на путь преодоления. Так наука работу и измеряет.

Например в предыдущих случаях преодолеваемое сопротивление было (не считая веса тела человека) 50 килограммов, подъем при каждом шаге 6 сантиметров, значит работа при каждом шаге должна быть равна  $50 \times 6 = 300$  каких-то единиц. В науке условились силу сопротивления или преодоления обозначать в килограммах, путь преодоления в метрах, а *работу выражать в килограммометрах*. Так как 6 сантиметров равно 0,06 метра, то работа в вышеприведенном случае будет равна 3 килограммометрам при каждом шаге.

Не вдаваясь в большие тонкости, всю работу человека от отдыха до отдыха за 1000 шагов посчитаем в 3000 килограммометров; т. е. энергии данного человека, заряда его сил, хватило на 3000 килограммометров работы. Зная это, уже можно предугадать, что во втором случае, при ходьбе в гору, человек сделает только 200 шагов: работа одного шага будет  $50 \times 0,3 = 15$  килограммометров, а 3000 килограммометров : 15 килограммометров = 200.

Что после вышесказанного будет значить слово *энергия*?

*Энергия — это способность производить работу.*

Измеряется энергия количеством произведенной работы, а как измеряется работа — уже сказано выше.

Количество работы, которую тот или иной источник энергии может дать в одну секунду, называется *мощностью*.

Например, в вышеприведенных случаях, считая на один шаг человека 0,6 секунды, получим мощность человека на ровной дороге равной 3 килограммометрам:  $0,6 = 3$  килограммометрам в секунду; мощность того же человека при подъеме в гору была в 5 раз больше, т. е. 25 килограммометров в секунду.

Мощность, равную 75 килограммометрам в секунду, называют *паровой лошадию* и этой мощностью измеряют мощность машин. Если приравнять вышеупомянутого человека к машине, то мощность его была от  $\frac{1}{15}$  до  $\frac{1}{3}$  лошадиной силы (л. с.) Самая большая мощность, какую может на короткое время дать человек, доходит до  $\frac{3}{4}$  л. с.

Ни работу, ни мощность, ни энергию не следует смешивать с понятием «сила». Сила есть только причина, дающая движение спокойному телу или изменяющая движение движущегося: например, причина падения камня есть *сила тяжести*, причина движения руки есть *сила мускулов*.

Сила измеряется в килограммах, как уже сказано выше. Например: *сила* падающего камня будет тем больше, чем больше его вес, а энергия тем больше, чем он выше был приподнят.

*Сила* падающей воды будет равна весу всего запаса воды, *энергия* воды будет тем больше, чем выше эта вода расположена. Сила может быть и мала, но если высота велика, то запас энергии может быть гораздо больший, чем при большой силе и малой высоте: фунтовая гиря, упавшая с крыши пятиэтажного дома, произведет гораздо большее разрушение, чем пудовик, свалившийся с двухдюймовой доски на землю.

Итак *основное свойство энергии — это способность производить работу.*

Энергия ветра гонит корабль, который совершает работу, преодолевая сопротивление воды; та же энергия ветра движет крылья мельницы, которая совершает работу, преодолевая сопротивление размалываемого зерна; энергия лошади поднимает в гору груз и совершает работу, преодолевая силу тяжести; энергия керосина, сгорающего внутри цилиндров трактора, пашет землю и совершает работу, преодолевая сопротивление почвы; энергия угля, сгорающего в топке паровоза, движет поезд и совершает работу, преодолевая на ровном месте силу трения осей в подшипниках, а при подъемах еще и силу тяжести. Энергия солнечной теплоты испаряет воду и совершает работу поднятия паров этой воды на высоту облаков.

Одним словом: где работа, — там неизбежно наличие энергии. *Без энергии нет работы.*

Вполне естественно поэтому, что человек, который для возможности жить испокон веков должен был работать, т. е. затрачивать определенное количество сил на преодоление различных препятствий.

еще на заре своей жизни стал обращать внимание на различные источники энергии, которые помогли бы совершать большую работу, чем позволяли его собственные силы.

Такие источники энергии нашел человек в виде прирученных им диких животных, в виде ветра, водопада, в виде огня, который получал и получает он сжиганием дерева, угля, соломы, нефти и других горючих веществ.

Откуда взяли все только что упомянутые источники энергии свою энергию?

Возьмем *ветер*. Что такое ветер? Движение воздуха. Отчего происходит движение воздуха? Оттого, что солнце, нагревая воздух, расширяет его, делает его менее плотным, более легким, почему холодные слои, как более плотные и тяжелые, устремляются на место теплых. Следовательно в этом случае *тепловая энергия* солнца сообщает двигательную *механическую энергию* ветру.

Если бы не было дождей, не было бы водопадов. Только дожди, падающие на высоких местах, просачиваясь сквозь землю, дают начало ручьям и рекам, а те дают начало водопадам. Откуда взялась вода для дождей? *Солнце* подняло ее с поверхности земли, с морей и рек вверх, а *сила тяжести* заставила упасть сначала сгустившиеся капли воды на землю, а потом заставила ручьи, реки и водопады течь с высоких мест вниз. Вновь тепловая энергия солнца проявилась, как механическая.

Солнце дало тепло на прорастание семени, солнце разложило газ в углекислоту, которую вдохнули из воздуха зеленые листочки ростков дерева, дало дереву углерод и энергию для создания из поднимающейся от корней воды и этого углерода древесины; солнце стало испарять воду из листьев и коры дерева и тем усиливать приток из корней воды, а вместе с водою и растворенных в ней питательных веществ, калия, фосфора, азота, кальция, кремния и других, без которых никакое растение жить не может, тепловая, а также и химическая энергия солнечных лучей отложилась в виде прочной древесины дерева: энергия солнца стала скрытой, так называемой, химической энергией древесины.

Уголь есть продукт миллионнолетнего гниения растений глубоко под землей без доступа воздуха.

Нефть, поскольку до сих пор наука смогла осветить ее довольно темное происхождение, тоже есть не что иное, как продукт медленного, опять-таки миллионнолетнего разложения погибших растений [водорослей] и животных [рыб и морских млекопитающих].

Если теперь обратимся к энергии лошади, то увидим, что лошадь, как и всякое впрочем иное живое существо, постольку работает, постольку питается, и без питания не только не дает никакой работы, не проявляет никакой энергии, но и сама перестает существовать. Питается лошадь, как травоядное животное, растениями, а растения, как только что видели, представляют собой только носителей, накопителей или, как говорят, *аккумуляторов солнечной энергии*.

Так сводятся к одному источнику все известные человеку и такие как будто различные, непохожие друг на друга, виды энергии на земле:

ветер и падающая вода; работник и паровая машина; электромотор и бакинская нефть; донецкий или подмосковный уголь и тяжеловоз-битюг или першерон: корова, перерабатывающая съеденную траву в молоко, и Эдиссон,<sup>1</sup> «перерабатывавший» потребленные им белковые, жировые, фосфористые и другие вещества в гениальные изобретения.

Как научился человек использовать в своих интересах все виды природной энергии?

Еще первобытный дикарь, умевший поднимать стопудовые тяжести, уже был изобретателем машины. Искал дикарь для постройки своего жилища или очага в своей пещере подходящий камень. Нашел такой подходящий камень, но он был прочным куском скалы, слегка отделенным от нее глубокою щелью. Засунул в щель дикарь пальцы, потянул — не идет; ударил по камню дубинкой — не идет; тогда расковырял дикарь щель пошире, засунул туда вместо своих пальцев один конец дубинки и налег со всей своей силой на другой; камень треснул и отвалился от своей матери-скалы. Так открыл первобытный человек одну из самых первых и самых простых машин на земле, — *рычаг*.

После рычага изобрел человек *клин*, которым он научился раскалывать камни и дерево, затем винт-домкрат, которым он поднимал тяжести. Однако все эти простейшие машины служили только для превращения в работу собственной энергии человека.

Когда человек научился плавать в лодке по воде, помогая себе веслами, которые представляют собой тоже не что иное, как рычаг, — он не без удовольствия чувствовал, что грести много легче, когда лодку подгоняет попутный ветер; а, заметивши, постарался своим наблюдением воспользоваться — так появился парус, тоже своего рода машина. Научившись пользоваться ветром для движения своей лодки, человек перенес свой опыт на сушу и заставил ветер вертеть крылья ветряной мельницы — еще одна машина.

Где была падающая вода, там научился человек пользоваться этой водой, как средством для облегчения своей работы. Использование ветра и падающей воды были первыми шагами человека по использованию даровых сил природы.

Это умение дало огромные преимущества человеку перед его более диким предком и помогло значительно раздвинуть границы его благосостояния, помогло увеличить количество предметов потребления и дало досуг для производства работ по своему жилищу, утвари, одежде, и даже предметам искусства, о которых первобытный дикарь и думать не мог, так как все силы его уходили на добычу пищи.

Целые тысячелетия удовлетворялся человек для производства работы тремя вышеуказанными родами энергии и не шел в этом отношении дальше: при большом количестве пахотной земли, при относительной легкости добычи пропитания и одежды и при жизни большей части человечества поближе к теплему климату — ветра, падающей воды и энергии живых существ (рабов и домашних животных) пока что было достаточно. Отсутствие же легко получаемого прочного материала для

<sup>1</sup> Умер 18 октября 1931 г.

устройства даже простых машин не давало толчка человеку задуматься над использованием иных кроме известных ему, родов энергии.

Чтобы додуматься до использования энергии топлива в виде огня, надо было иметь в достаточном количестве такой материал, который был бы и крепок и упруг, и поддавался бы в то же время легко преобразованию своей формы и был бы несгораем. Таким материалом мог быть только металл и то не всякий: свинец не годился, — был мягок и легкоплавок, олово не годилось, — причины те же, бронза была подозрительна на счет огнестойкости. Таким материалом могли быть только медь и железо, но получать их было нелегко, а железо было так дорого, что в иные времена приравнялось к драгоценным металлам.

Кроме того, и самый строй древней и средневековой техники был таков, что не способствовал большой изобретательности: ремесленно цеховой уклад техники разбивал техников на бесчисленные, разгороженные группы, а секреты и рецепты отдельного мастерства, свято охраняемые, мешали общению с другими техниками, мешали обмену знаний и достижений.

Ко всему прочему отсутствие книгопечатания в непостижимой для современного человека мере препятствовало тому же обмену знаниями и сохранению достижений одного поколения для другого: опыт передавался только устно от мастера весьма небольшому количеству его учеников.

В виду всего этого для древнеисторического и средневекового человечества не было возможным *коллективное творчество*. Никакая малая человеческая группа, будь она даже гениальна, не создавала больших культурных или технических ценностей, находясь в одиночестве, будучи отделена от других групп людей. История любого изобретения, если ее рассмотреть глубоко и внимательно, покажет, что *никогда изобретатель не работал в одиночку*: он всегда в колоссальном раз-  
мере пользовался как опытом своих предшественников по работе, так и опытом своих современников. Ниже это будет показано на одном — двух подходящих примерах.

---

Итак, как было только что показано, на своем пути по использованию природной, даровой или дешевой энергии человечество натолкнулось на недостаток подходящего строительного материала, каковым мог быть только металл, в частности — железо.

С каких пор человечество знакомо с употреблением металлов наука пока точных указаний еще не дает; но есть очень мало сомнений в том, что первыми металлами, с которыми познакомился человек, были так называемые самородные металлы, т. е. металлы, встречающиеся на земле не в виде руд, а в виде звонкого, блестящего и ковкого вещества. К таким самородным металлам относятся золото, серебро, платина и медь, которая и теперь еще встречается в таком самородном виде например в области Великих Озер Северной Америки.

Могло в течение тысячелетий попасть в руки также и самородное, так называемое метеорное железо.

Благодаря блеску и весу эти металлы привлекали внимание людей,