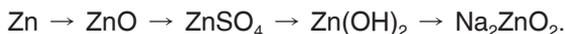


говядина — 3,6 мг; свинина — 1,8 мг. Рассчитайте массу каждого из этих продуктов, с которой в ваш организм может поступить рекомендованная суточная доза железа.

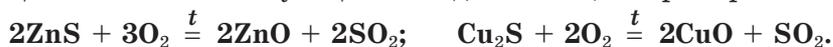
8. Составьте уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



§ 50. Химические способы получения металлов из их природных соединений

Большинство известных металлов находятся в природе в виде соединений, важнейшими из которых являются оксиды, сульфиды, хлориды, карбонаты. Эти сложные вещества входят в состав различных руд, которые используются для получения простых веществ металлов. Отрасль промышленности, занимающаяся получением металлов из руд, называется **металлургией**.

Технология производства металлов состоит из нескольких этапов. На *первом* измельченная руда подвергается обогащению, в процессе которого из нее удаляется пустая порода. Если в обогащенной руде металл находится в виде сульфида, руду подвергают обжигу — сильному нагреванию в присутствии воздуха. При этом сульфид, окисляясь кислородом, превращается в соответствующий оксид металла, например:



На *втором* этапе из обогащенных руд получают простые вещества металлы. Для этого используют различные химические способы. Они основаны на том, что соединения металлов (чаще всего оксиды), содержащиеся в рудах, вступают в химические реакции с восстановителями — углеродом, оксидом углерода(II), водородом и др. При этом образуются простые вещества металлы.

По условиям протекания реакций химические способы получения металлов делятся на пирометаллургические (от греч. *pyr* — огонь) и гидрометаллургические (от греч. *hydor* — вода).

Пирометаллургические способы

Пирометаллургические способы заключаются в восстановлении металлов из их соединений (чаще всего из оксидов) при высоких температурах. Важнейшими из этих способов являются следующие:

- 1) *Восстановление металлов углеродом или оксидом углерода(II)*. Если в качестве восстановителя используют углерод, его смешивают с

оксидной рудой и смесь нагревают до высокой температуры. Если же восстановителем является угарный газ CO , его пропускают через руду при нагревании. Углерод при этом окисляется, как правило, до оксида углерода(II), а угарный газ CO — до углекислого газа CO_2 , например:



Восстановление железа проводят в специальных вертикальных печах высотой до нескольких десятков метров и объемом до 5000 м^3 , называемых

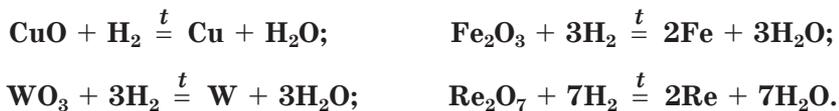


Рис. 146. Доменная печь

доменными (рис. 146). В доменном процессе получается железо с относительно большим (2—4 % по массе) содержанием углерода — чугу́н. Чугун превращается в сталь в специальных установках — **марте́новских печах, конверторах**, или **электроплавильных печах (электропечах)**. Плавка в электропечах применяется и для вторичной переработки металла, т. е. при переплавке металлолома. Такие печи используются, например, на Белорусском металлургическом заводе в Жлобине.

В промышленности при использовании в качестве восстановителя углерода и оксида углерода(II), кроме железа, получают и некоторые другие металлы, например медь, цинк, кобальт, никель, марганец, олово, свинец.

2) *Восстановление металлов водородом.* Водород пропускают через слой нагретой оксидной руды, в результате чего образуются простые вещества металлы и водяной пар, например:



В промышленности данным способом получают такие ценные металлы, как молибден, вольфрам, рений.

3) *Алюмотермия* — восстановление металлов из их оксидов алюминием было открыто в 1859 г. русским ученым Н. Н. Бекетовым. Данный метод заключается в том, что к оксидной руде добавляют порошок алюминия и приготовленную смесь нагревают до высокой температу-

ры. При этом образуются простое вещество металл и оксид алюминия, например:



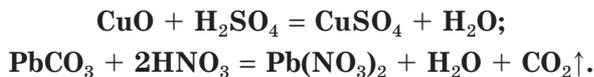
Реакции алюмотермического восстановления протекают с выделением огромного количества теплоты, вследствие чего образующийся металл сразу же плавится. На этом основано использование алюмотермии для сварки лопнувших или поврежденных железнодорожных рельсов. В этом случае над ними устанавливают специальный агрегат, в котором осуществляется реакция оксида железа Fe_3O_4 с алюминием. Образующееся жидкое железо стекает вниз и сваривает рельсы.



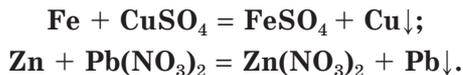
Методом алюмотермии в промышленности получают многие ценные металлы, например хром, марганец, ванадий, титан, цирконий, ниобий.

Гидрометаллургические способы

Гидрометаллургические способы заключаются в восстановлении металлов из их соединений (чаще всего солей) в водных растворах. Если в руде металл содержится в виде нерастворимого соединения, его сначала превращают в растворимую соль, например:



После этого в раствор полученной соли вносят восстановитель — металл, активность которого выше, чем у металла, входящего в состав соли. При этом протекает окислительно-восстановительная реакция замещения, например:



В данном методе в качестве восстановителей не используются активные щелочные и щёлочноземельные металлы, так как они реагируют не только с солями, но и с водой, содержащейся в растворах. При этом, как правило, образуется сложная смесь продуктов разных реакций.

Методом гидрометаллургии в настоящее время получают такие металлы, как медь, никель, кадмий, кобальт, платину, золото.

К сожалению, металлургическая промышленность пока еще остается одним из основных источников загрязнения окружающей среды — почвы, воды, воздуха. Твердые отходы доменного процесса — шлаки — накапливаются в отвалах, загрязняя территорию вокруг предприятий. Металлургия использует 25 % от всей воды, потребляемой промышленностью. При этом в большинстве случаев использованная вода не очищается и попадает в поверхностные и грунтовые воды. Это делает их непригодными для дальнейшего использования и становится причиной гибели обитателей водоемов. Доля металлосодержащей пыли и угарного газа, выбрасываемых в атмосферу предприятиями черной металлургии, составляет около 25 % от их общего количества, поступающего в воздушный океан нашей планеты. Поэтому в металлургической отрасли особое внимание должно уделяться проблеме **охраны окружающей среды**. Для ее решения необходимы внедрение комплексного использования сырья, применение **замкнутых циклов водопользования**, строительство очистных сооружений. Рекомендуется также вынос промышленных предприятий за городскую черту, создание лесозащитных зон вокруг городов и промышленных центров.

В основе способов выделения металлов из руд лежат процессы восстановления. В качестве восстановителей в металлургии используются углерод, оксид углерода(II), водород или более активные металлы.

Химические способы получения металлов делятся на пирометаллургические и гидрометаллургические.

Пирометаллургические способы заключаются в восстановлении металлов из их соединений (чаще всего из оксидов) при высоких температурах.

Гидрометаллургические способы заключаются в восстановлении металлов из их солей в водных растворах.

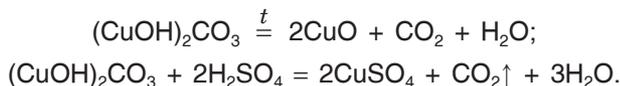
Охрана окружающей среды при промышленном производстве металлов предусматривает комплексное использование сырья, применение замкнутых циклов водопользования, строительство очистных сооружений.



Вопросы и задания

1. Какой процесс — окисление или восстановление — лежит в основе получения металлов из руд?
2. Назовите важнейшие пирометаллургические способы получения металлов. Какие восстановители используются в каждом из них?

3. Напишите уравнения реакций восстановления: а) меди из оксида меди(II) углеродом; б) никеля из оксида никеля(II) угарным газом; в) железа из оксида железа(III) водородом; г) кобальта из хлорида кобальта(II) цинком.
4. Напишите уравнения реакций восстановления: а) меди из хлорида меди(II) железом; б) золота из хлорида золота(III) цинком; в) ртути из нитрата ртути(II) магнием; г) кобальта из хлорида кобальта(II) алюминием.
5. Известно, что минерал малахит $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ при нагревании разлагается с образованием оксида меди(II), а при обработке кислотами превращается в растворимые соли меди(II):



Предложите не менее пяти способов получения меди из малахита. Напишите уравнения соответствующих реакций.

6. Рассчитайте химическое количество восстановителя, необходимое для получения никеля массой 10 г из оксида никеля(II) алюмотермическим способом.
7. В результате нагревания смеси минерала хромита FeCr_2O_4 с углеродом образуются металлы и угарный газ:



Рассчитайте массу смеси этих металлов, которая образуется из хромита массой 5 кг. Чему равна массовая доля железа в этой смеси?

8. Химический анализ показал, что горная порода состоит из оксида железа(III) и оксида кремния SiO_2 , массовая доля которого в этой породе равна 18 %. Рассчитайте максимальную массу железа, которое можно получить из данной горной породы массой 100 кг.

Готовимся к олимпиадам

1. Горная порода состоит из минералов гаусманита Mn_3O_4 и пиролюзита MnO_2 , массовые доли которых в этой породе одинаковы. Рассчитайте максимальную массу алюминия, необходимого для полного восстановления марганца из данной породы массой 550 г.

2. Составьте уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

