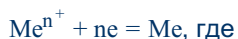




# ВОССТАНОВЛЕНИЕ МЕТАЛЛОВ

Авторы: А. М. Чекмарёв

ВОССТАНОВЛЕНИЕ МЕТАЛЛОВ, процесс получения металлов из руд и/или промежуточных продуктов металлургич. произ-ва с помощью реакций восстановления. В общем случае сводится к присоединению электронов к ионам металлов:



Me – металл,

e – электрон,

$\text{Me}^{n+}$  – ион металла,

n – количество электронов. Применяется на разных этапах металлургич. произ-ва: при обжиге, плавке, электролизе, цементации, рафинировании и др. В. м. осуществляется: в результате реакций с посторонним восстановителем, при воздействии электрич. тока, разложением (чаще всего термическим) неустойчивых соединений до исходного металла; проводится на воздухе (напр., доменный процесс), в растворе или расплаве (электролиз), в вакууме (рафинирование), инертной атмосфере (металлотермия) и плазме (плазменная плавка).

Первоначально под В. м. понимали только реакции получения металлов из их оксидов при участии восстановителей – веществ, имеющих более высокое сродство к кислороду, чем металл:



MeO – оксид металла,

B – восстановитель. Первыми примерами В. м. являются осуществлявшиеся в бронзовом и железном веках плавки медных руд в пламени костра и железных – в домнице. Образующийся при сгорании древесного топлива углерод восстанавливал соединения металла до свободного металла (*карботермия*).

В. м. из растворов в соответствии с электрохимич. рядом напряжений (см. *Электродный потенциал*) происходит в результате вытеснения металлом-восстановителем восстанавливаемого металла из растворённого соединения (напр., вытеснение меди из раствора её солей железом) – процесс цементации.

В. м. с использованием электрич. тока применяется в электролизных процессах. Катионы металлов, принимая электроны от катода электрохимич. ячейки, разряжаются до нуль-валентного (т. е. свободного) состояния. Чем более электроположительный металл в ряду напряжений, тем меньшее напряжение прикладывается к электрохимич. ячейке. Элементы, более отрицательные в ряду напряжений, чем водород, получают электролизом расплавов солей, а не водных растворов.

В. м., основанное на разработанной в сер. 19 в. Н. Н. *Бекетовым* теории вытеснения одних металлов из соединений (оксидов, галогенидов) другими, более активными металлами, называется металлотермическим.

Наиболее активными восстановителями являются

Ca, Mg, Na и др. *Металлотермия* широко применяется для получения мн. редких металлов (U, Zr, Hf, Ti, PЗЭ и др.).

В. м. в процессах рафинирования основывается на разл. способности осн. металла и примесей образовывать соединения с кислородом, серой и др. (напр., при рафинировании черного свинца содержащуюся в нём медь переводят в сульфидный шлак, используя средство Cu и S). Электролитич. рафинирование состоит в растворении анодов, изготовленных из черного металла, и переосаждении чистого металла на катоде (напр., Cu, Co).

В. м. (в результате термич. разложения неустойчивых соединений) используется для получения металлич. покрытий или порошков металлов повышенной чистоты, напр., W и Mo – разложением хлоридов.

## Литература

Лит.: Беккерт М. Железо. М., 1984; Уткин Н. И. Цветная металлургия: Технология отрасли. М., 1990; Зеликман А. Н., Коршунов Б. Г. Металлургия редких металлов. 2-е изд. М., 1991.

Processing math: 100%