

Способы защиты от коррозии

1. Рациональное конструирование. Легирование металлов
2. Защитные покрытия
3. Изменение свойств коррозионной среды
4. Электрохимическая защита

Рациональное конструирование

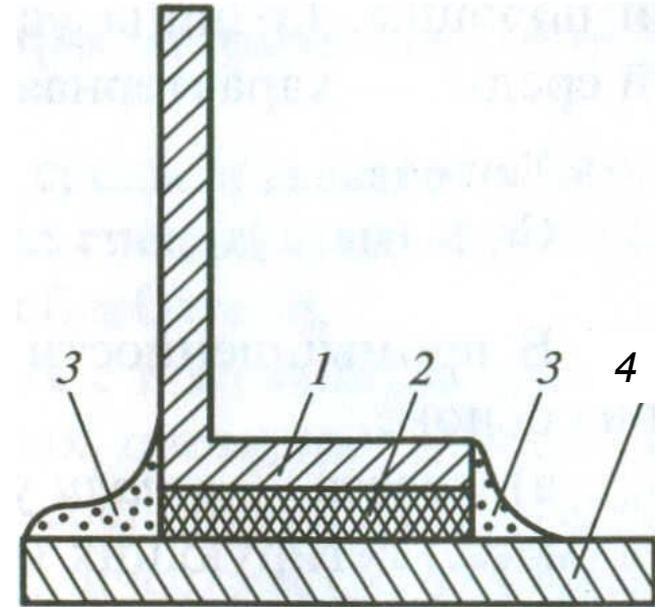
а) правильный выбор стойких в данной коррозионной среде материалов (металлов, сплавов, герметиков, диэлектриков, пропиток и др.) для изделий и конструкций;

б) рациональное сочетание в одном узле деталей из разных металлов: предотвращение их контакта друг с другом и с коррозионной средой путем изоляции соприкасающихся поверхностей;

в) оптимальная форма деталей: с минимумом коррозионно-опасных участков (углублений, пазов, щелей, канавок, зазоров, застойных зон);

г) характер соединения элементов в сборке: сварные соединения предпочтительнее клепаных и болтовых, которые ведут к возникновению больших внутренних напряжений и пор;

д) возможность нанесения и возобновления различных покрытий в процессе эксплуатации изделий и при их ремонте.



1 – алюминиевый уголок

2 – уплотнительная прокладка

3 – герметик

4 - лист из медного сплава

Сплавы

Медь	Алюминий	Никель
Оловянистые бронзы (8-10% Sn)	Дюралюмин (4% Cu, 0,6% Mg, 0,6% Mn, 0,7% Si, 0,7% Fe)	Нихром (20% Cr)
Алюминиевые бронзы (10% Al)	Коррозионностойкий сплав (9-11% Mg)	Инконель 600 (16% Cr, 7% Fe)
Латунь (Cu–Zn)	Авиаль (Al, Mg, Si)	Хромель Р (10% Cr)
Мельхиор (Cu–Ni)		Алюмель (2% Al, 2% Mn, 1% Si)

Легирование металлов

Введение в сплав компонентов (Cr, Ni, Al, Pb, Mo, Mn, W), повышающих коррозионную стойкость

Состав стали (Fe)	Свойства	Применение
Cr (4-9%)	устойчивость в атмосфере, растворах кислот, солей (кроме хлоридов)	нефте-перерабатывающая промышленность
Cr (25%), Si (1%)	жаростойкость до 900 –950°C	горелки, элементы печей
Cr (30%), Al (5%), Si (0,5%)	жаростойкость до 1300°C	спирали электронагревательных приборов

Маркировка легированных сплавов

А – азот, **Б** – ниобий, **В** – вольфрам, **Г** – марганец, **Д** – медь, **Е** – селен, **К** – кобальт, **М** – молибден, **Н** – никель, **П** – фосфор, **Р** – бор, **С** – кремний, **Т** – титан, **Ф** – ванадий, **Х** – хром, **Ц** – цирконий, **Ю** – алюминий.

сталь марки **10Х17Н13М2Т**

0,1% углерода (первая цифра – содержание углерода в сотых долях процента)

17% хрома

13% никеля,

2% молибдена и

1,5% титана (буква без цифры – содержание до 1,5%).

Защитные покрытия

металлические

химические

неметаллические

неорганические:

эмали

органические:

смазки

лаки

краски

пластмассы

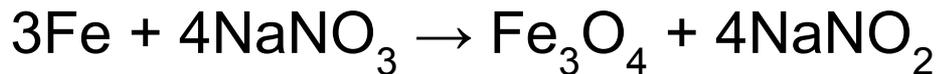
полимеры

Химические покрытия

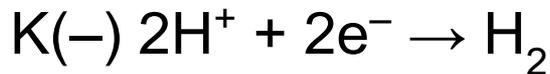
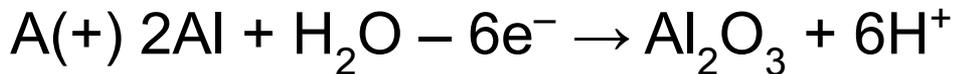
Химическая обработка поверхности металла с целью получения пленки, устойчивой к коррозии

Оксидирование – получение оксидных пленок

Воронение сталей:



Анодирование алюминия (электролиз)



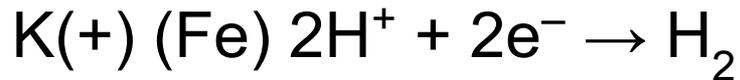
Фосфатирование ($\text{Mn}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$)

Азотирование (Cr_2N , AlN)

Металлические покрытия

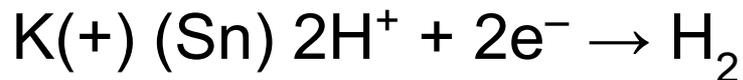
Анодное покрытие – покрытие металлом с более отрицательным потенциалом

Оцинкованное железо



Катодное покрытие – покрытие металлом с более положительным потенциалом

Луженое железо



Катодное и анодное покрытия

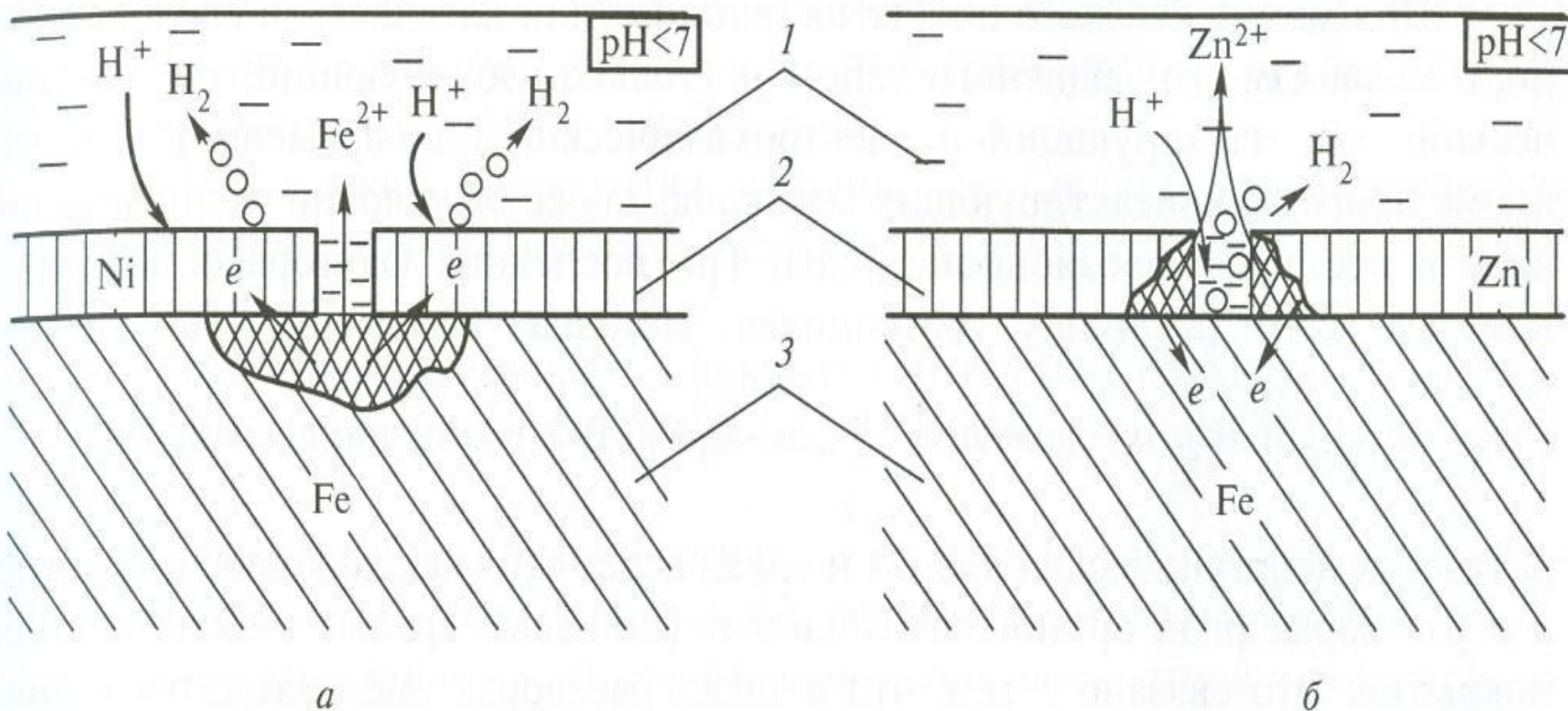


Рис. 19.4. Поведение изделия из железа 3 с катодным (а) и анодным (б) покрытиями 2 в кислотном растворе 1 в условиях электрохимической коррозии при нарушении целостности покрытия

Изменение свойств коррозионной среды

Введение **ингибиторов** коррозии

Анодные ингибиторы (хроматы, нитриты)

Катодные ингибиторы ($\text{Bi}_2(\text{SO}_4)_3$, Na_2SO_3)

Экранирующие ингибиторы (амины, фенолы, органические кислоты)

Удаление агрессивных компонентов из среды

Деаэрация (кипячение, барботаж инертного газа)

Применение восстановителей (сульфиты, гидразин)

Подщелачивание ($\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaOH)

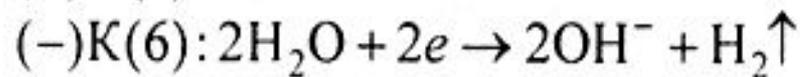
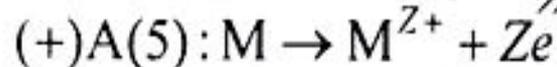
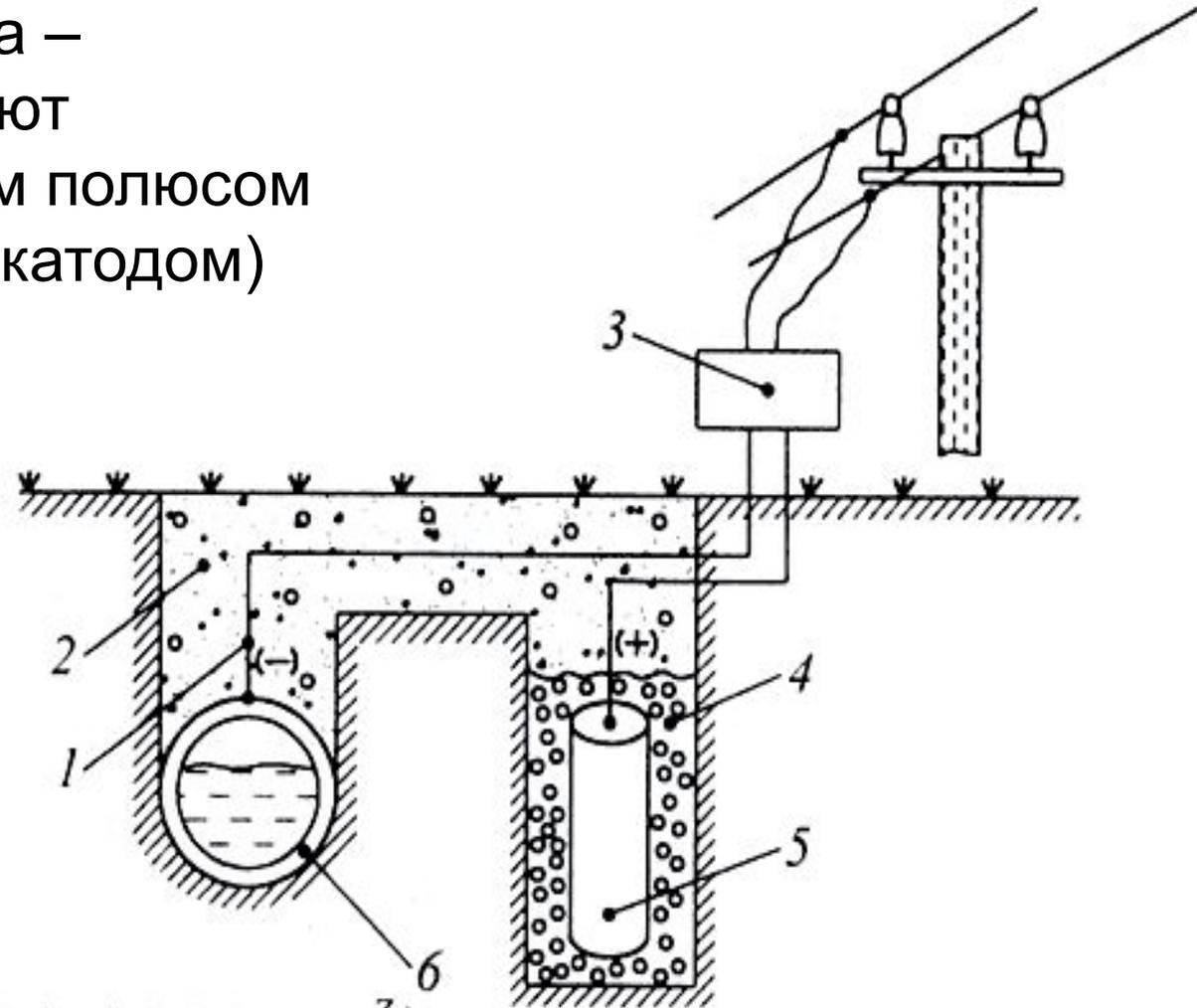
Удаление солей (ионный обмен)

Осушка воздуха (силикагель)

Электрохимическая защита

Катодная защита – металл соединяют с отрицательным полюсом источника тока (катодом)

- 1 – стальной провод с изоляцией
- 2 – грунт
- 3 – выпрямитель тока
- 4 – токопроводящая засыпка
- 5 – вспомогательный анод
- 6 – защищаемая конструкция (трубопровод) - катод



Электрохимическая защита

Протекторная защита – к изделию присоединяют металл с более отрицательным потенциалом (Mg и его сплавы, реже Zn, Al)

Анодная защита – металл соединяют с положительным полюсом источника тока (анодом) (для легко пассивирующихся металлов (Ni, Cr, Ti, Al))

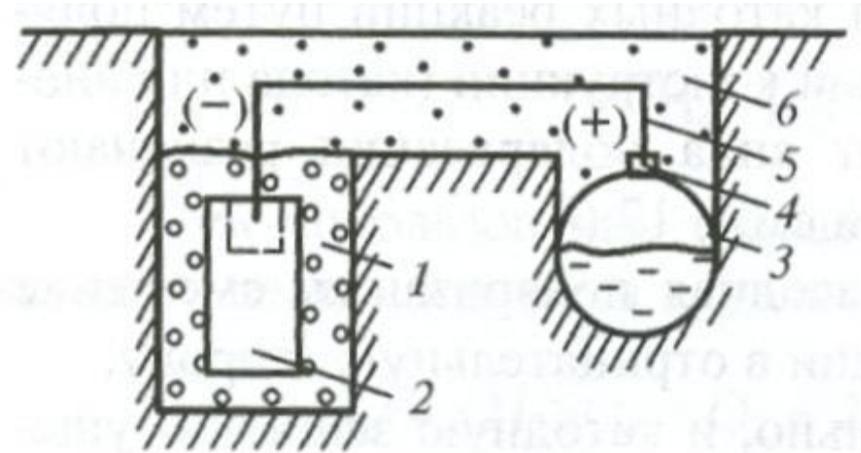
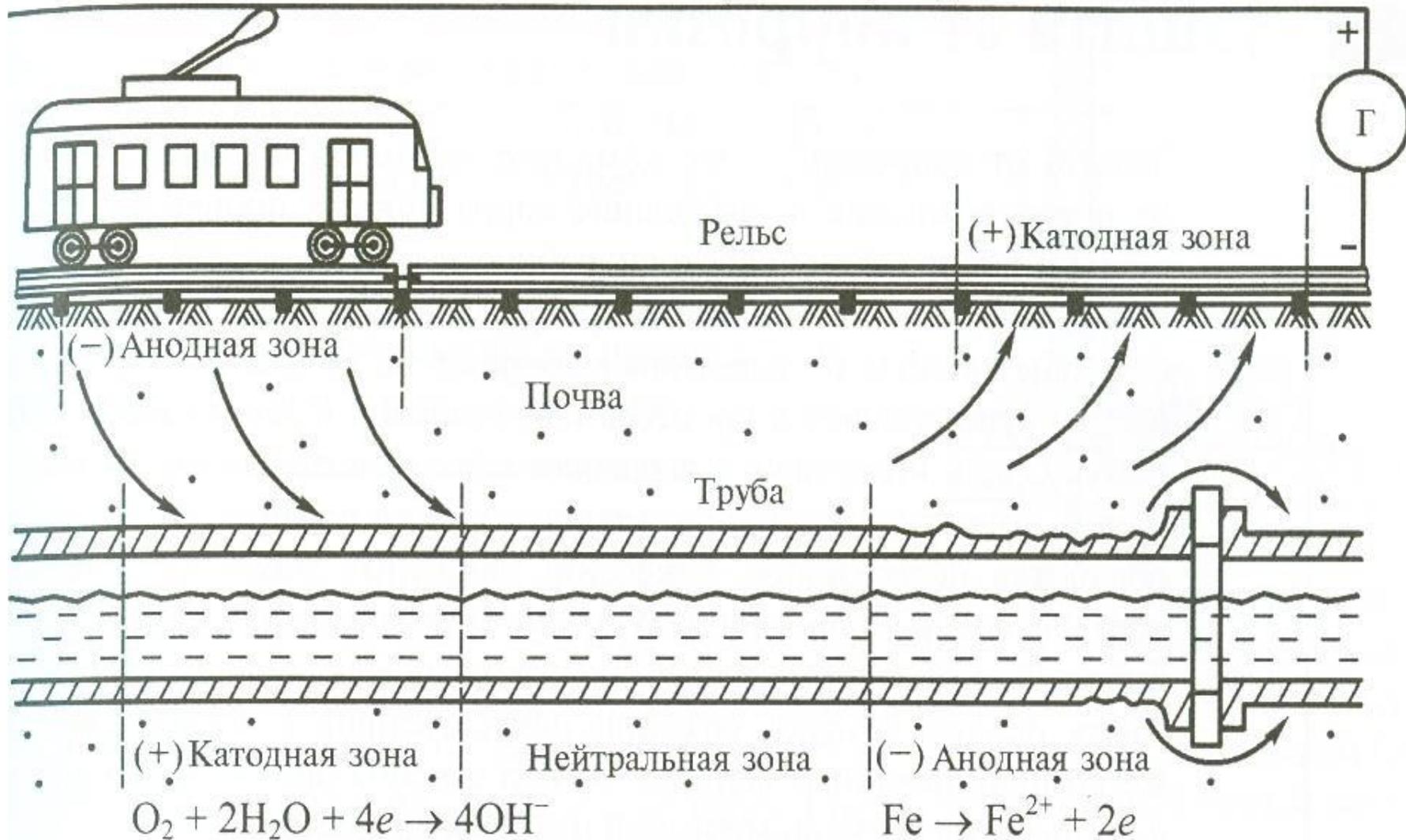


Рис. 19.3. Схема катодной защиты протектором («жертвенным» анодом):

1 — засыпка (сuspension бентонита и алебаstra, увеличивающая сопротивление грунта); 2 — протектор, или «жертвенный» анод; 3 — защищаемая конструкция (трубопровод) — катод; 4 — стальной наконечник; 5 — стальной провод с изоляцией; 6 — грунт

Коррозия блуждающими токами

Контактный воздушный провод



Коррозия под действием блуждающих токов

"Вход" тока – катодный участок, "выход" тока – анодный участок (корродирует)

Защита

Дренаж – соединение проводником анодной зоны трубы и катодной зоны рельса

Дополнительный анод, соединенный с катодным участком рельса

Стандартные электродные потенциалы

Электрод	Электродная реакция	E^0 , В
Li ⁺ /Li	$\text{Li}^+ + e^- \rightarrow \text{Li}$	- 3,02
K ⁺ /K	$\text{K}^+ + e^- \rightarrow \text{K}$	- 2,92
Ca ²⁺ /Ca	$\text{Ca}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Ca}$	- 2,87
Na ⁺ /Na	$\text{Na}^+ + e^- \rightarrow \text{Na}$	- 2,71
Mg ²⁺ /Mg	$\text{Mg}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Mg}$	- 2,36
Be ²⁺ /Be	$\text{Be}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Be}$	- 1,85
Al ³⁺ /Al	$\text{Al}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Al}$	- 1,66
Ti ²⁺ /Ti	$\text{Ti}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Ti}$	- 1,63
Mn ²⁺ /Mn	$\text{Mn}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Mn}$	- 1,18
2H₂O/H₂ + 2OH⁻	2H₂O + 2e⁻ → H₂ + 2OH⁻ (pH 14)	- 0,828
Zn ²⁺ /Zn	$\text{Zn}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Zn}$	- 0,76
Cr ³⁺ /Cr	$\text{Cr}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Cr}$	- 0,74
Fe ²⁺ /Fe	$\text{Fe}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Fe}$	- 0,44
2H₂O/H₂ + 2OH⁻	2H₂O + 2e⁻ → H₂ + 2OH⁻ (pH 7)	- 0,413
Cd ²⁺ /Cd	$\text{Cd}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cd}$	- 0,40
Co ²⁺ /Co	$\text{Co}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Co}$	- 0,28
Ni ²⁺ /Ni	$\text{Ni}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Ni}$	- 0,25

Электрод	Электродная реакция	E^0 , В
Sn ²⁺ /Sn	$\text{Sn}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Sn}$	- 0,14
Pb ²⁺ /Pb	$\text{Pb}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Pb}$	- 0,13
2H⁺/H₂	2H⁺ + 2e⁻ → H₂	+ 0,00
Bi ³⁺ /Bi	$\text{Bi}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Bi}$	+ 0,22
Cu ²⁺ /Cu	$\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$	+ 0,34
O₂/OH⁻	O₂ + 4e⁻ + 2H₂O → 4OH⁻ (pH 14)	+ 0,401
I ₂ /I ⁻	$\text{I}_2 + 2e^- \rightarrow 2\text{I}^-$	+0,54
Ag ⁺ /Ag	$\text{Ag}^+ + e^- \rightarrow \text{Ag}$	+ 0,80
O₂/OH⁻	O₂ + 4e⁻ + 2H₂O → 4OH⁻ (pH 7)	+ 0,82
Hg ²⁺ /Hg	$\text{Hg}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Hg}$	+ 0,85
Pd ²⁺ /Pd	$\text{Pd}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Pd}$	+ 0,99
Br ₂ /Br ⁻	$\text{Br}_2 + 2e^- \rightarrow 2\text{Br}^-$	+1,09
Pt ²⁺ /Pt	$\text{Pt}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Pt}$	+ 1,19
Cl ₂ /Cl ⁻	$\text{Cl}_2 + 2e^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$	+1,36
O₂ + 4H⁺/2H₂O	O₂ + 4e⁻ + 4H⁺ → 2H₂O (pH 0)	+ 1,23
Au ³⁺ /Au	$\text{Au}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Au}$	+ 1,50
F ₂ /F ⁻	$\text{F}_2 + 2e^- \rightarrow 2\text{F}^-$	+2,87