



Основы коррозии и защиты металлов

Лихачев Владислав Александрович, к.х.н.,
доцент



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Изменение условий коррозии

- Под изменением условий коррозии понимают:
- **Рациональное конструирование** с целью снижения скорости коррозии, создаваемой конструкцией;
- **Электрохимическую защиту металлов**, при которой за счет изменения потенциала корродирующего металла снижается его скорость коррозии

Рациональное конструирование

От вида конструкции скорость коррозии может меняться в несколько раз.

В каждой области существуют свои приемы рационального конструирования. Однако можно выделить несколько общих приемов рационального конструирования:

- Рациональный **выбор материала** для создаваемой конструкции.
- Учитывать возможность **контактной коррозии** (если конструкции выполняется из разных материалов)
- В конструкции нужно уменьшать количество **застойных зон** и зазоров.
- При сварке шва (лучше всего варить **менее активным**, т.е. более положительным, металлом)

Рациональное конструирование

- По возможности сварной шов необходимо **отжигать**;
- Сварка – **в стык** предпочтительнее, чем внахлест;
- При создании химических аппаратов желательно предотвращать **локализованное поступление** жидкостей в реактор;
- Желательно, чтобы в реакторе или теплообменнике не было больших **перепадов температур**;
- Предотвращать **утечки тока** из реакторов;
- Предусматривать **методы защиты** конструкций от коррозии. (Чаще всего комбинацию методов).



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

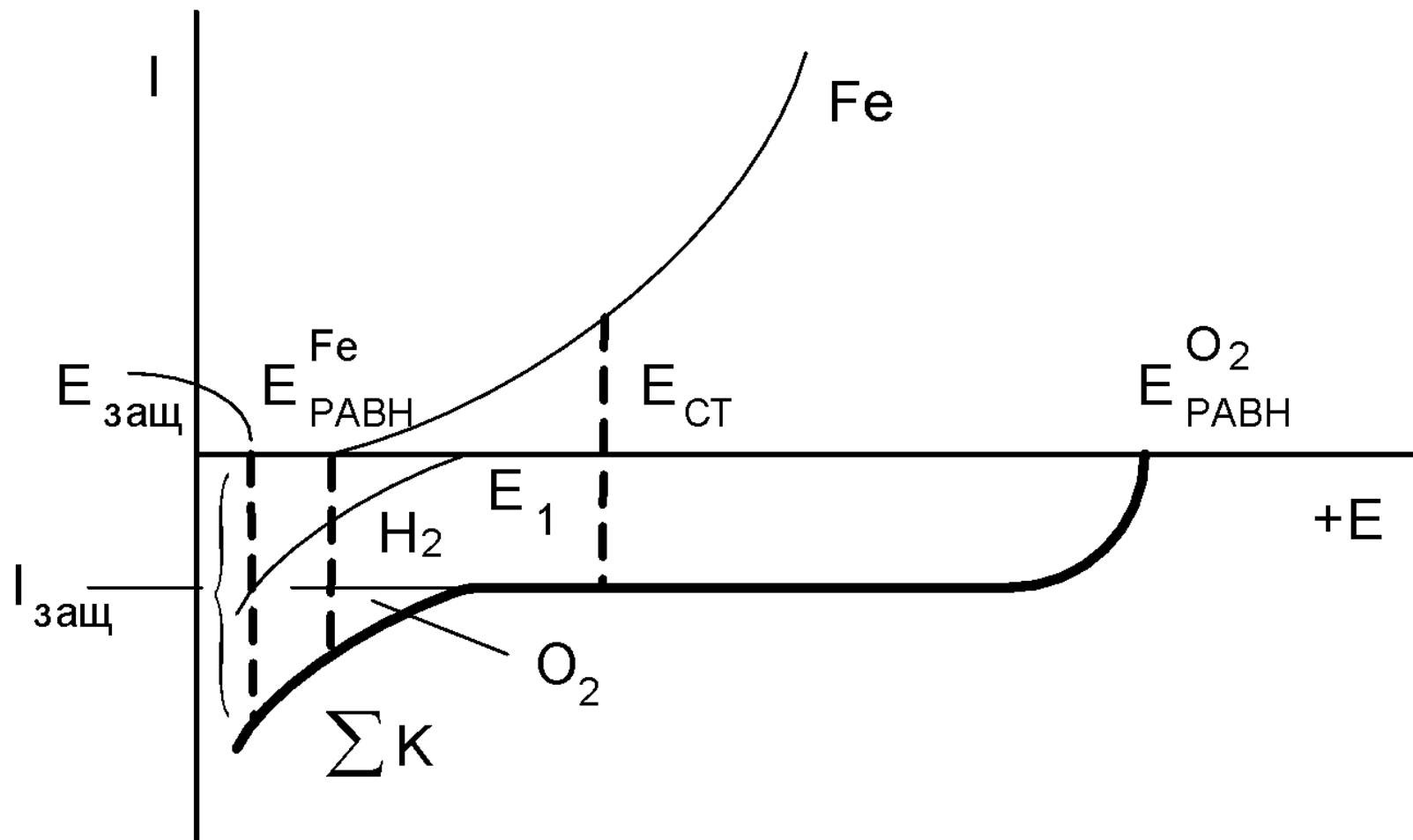
Электрохимическая защита

- Используется трех видов:
 - **Катодная;**
 - **Протекторная;**
 - **Анодная.**
-
- Катодная защита заключается в смещении потенциала металла корродирующей конструкции в **отрицательную сторону** за счёт присоединения его к **отрицательному полюсу** источника тока.
 - Протекторную защиту также часто называют катодной.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

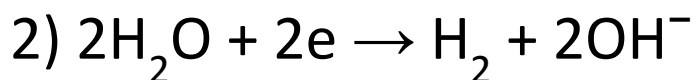
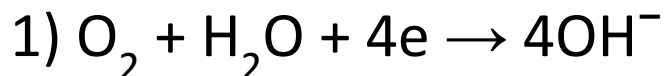
Коррозионная диаграмма катодной защиты





Катодная защита

Железная конструкция корродирует при потенциале $E_{\text{ст}}$ со скоростью $I_{\text{кор}} = I_{\text{а}} = I_{\text{к}}$. Если ее присоединить к отрицательному полюсу источника тока и сместить её потенциал до значения E_1 , то, как видно из диаграммы, скорость анодного процесса на защищаемой конструкции уменьшается, т.е. уменьшается и скорость коррозии. А если потенциал сместить до потенциала $E_{\text{защ}} < E_{\text{ме равн}}$, то коррозия полностью прекратится. При этом во внешней цепи пройдет ток защиты $I_{\text{защ}}$, а на поверхности защищаемой конструкции будут протекать только катодные реакции:

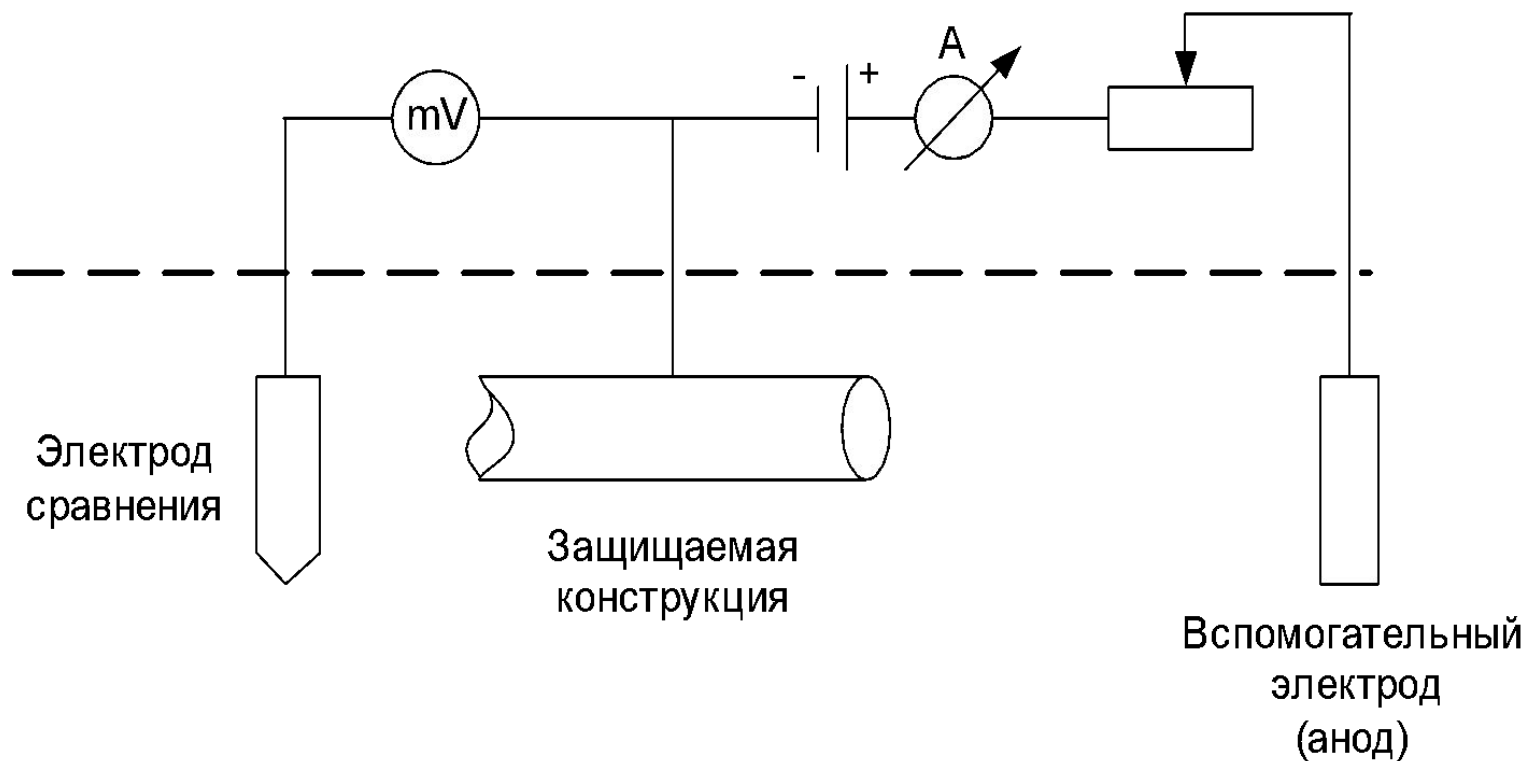




ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Катодная защита

Принципиальная схема катодной защиты





ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Катодная защита

- **Используется:** 1. Для защиты магистральных подземных трубопроводов;
- 2. Для защиты оборудования при добыче нефти (в частности для защиты обсадных колонн);
- 3. Для защиты от морской коррозии (платформы, трубопроводы).

Основные элементы катодной защиты:

1. Станция катодной защиты;
2. Электрод сравнения (медно-сульфатный);
3. Анодный заземлитель (вспомогательный электрод, анод)

Потенциал защиты -0,55- -0,85В (н.в.э.)

При более отрицательном потенциале **перезащита** (большое выделение водорода, лишний расход энергии).



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Станции катодной защиты

Станция катодной защиты - внешний источник постоянного тока, с помощью которого осуществляется сдвиг потенциала защищаемого металлического объекта в отрицательную сторону. Выпускаются заводским способом. Существуют как малогабаритные (преобразователи), так и крупногабаритные конструкции.

Примером может служить станция катодной защиты «Минерва-3000» позволяющая защитить 30 км магистрального трубопровода;

Станция катодной защиты - СКЗ
«Тверца-900»

Регулирование тока от 0 до 15 А при





ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Виды анодных заземлителей

Растворимые:

- Чугунные отработанные трубы – скорость растворения – 5,5 – 7,5 кг/Агод;

Нерастворимые:

Графитовые трубы ЭГТ – скорость растворения 1-1,5 кг/Агод;

Железкремнистые аноды:

ЧС15, ЧС17 – 0,1 – 0,25 кг/Агод;

ЧС15М4 - 0,01 – 0,012 кг/Агод



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Катодная защита Анодный заземлитель

- Анодный заземлитель АЗМ-3Х
- Электрод заземлителя отливается из железно-кремниевого сплава (ферросилида) марки ЧС-15 ГОСТ 7769-86 (содержание кремния 14,5%). Для повышения коррозионной стойкости заземлителя в грунтах с высоким содержанием хлоридов и в морской воде в состав сплава добавляется около 4-5% хрома

- Характеристики

Длина рабочей части, мм	1440
Диаметр рабочей части, мм	65
Площадь рабочей поверхности, дм ²	30
Масса, кг	35
Ток, А	5



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Анодный заземлитель

- Анодные заземлители «Менделеевец – ММ и МК

НАИМЕНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ	ЗНАЧЕНИЕ	
	ММ(23)	ММ(43)
Номинальная токовая нагрузка, А, не более	2,0	2,5
Максимальная токовая нагрузка, А, не более	4,0	5,0
Скорость анодного растворения, кг/(А·год), не более	0,3	
Габаритные размеры заземлителя в сборе, мм, не более:		
- длина (высота)	1600	1500
- диагональ поперечного сечения (диаметр)	90	90
Номинальная масса электрода, кг	23	43
Масса заземлителя в сборе (без учёта кабеля), кг, не более	25	46
Срок службы, лет, не менее	35	



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Катодная защита

Достоинства

Высокая эффективность, долговечность, рентабельность для дорогостоящих конструкций.

Недостатки

Сложность конструкции;

Ограниченность применения;

Наводороживание защищаемого металла

Необходимость в линиях электропередачи.

Особенность

Применяется в совокупности с пассивной защитой с помощью покрытий.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

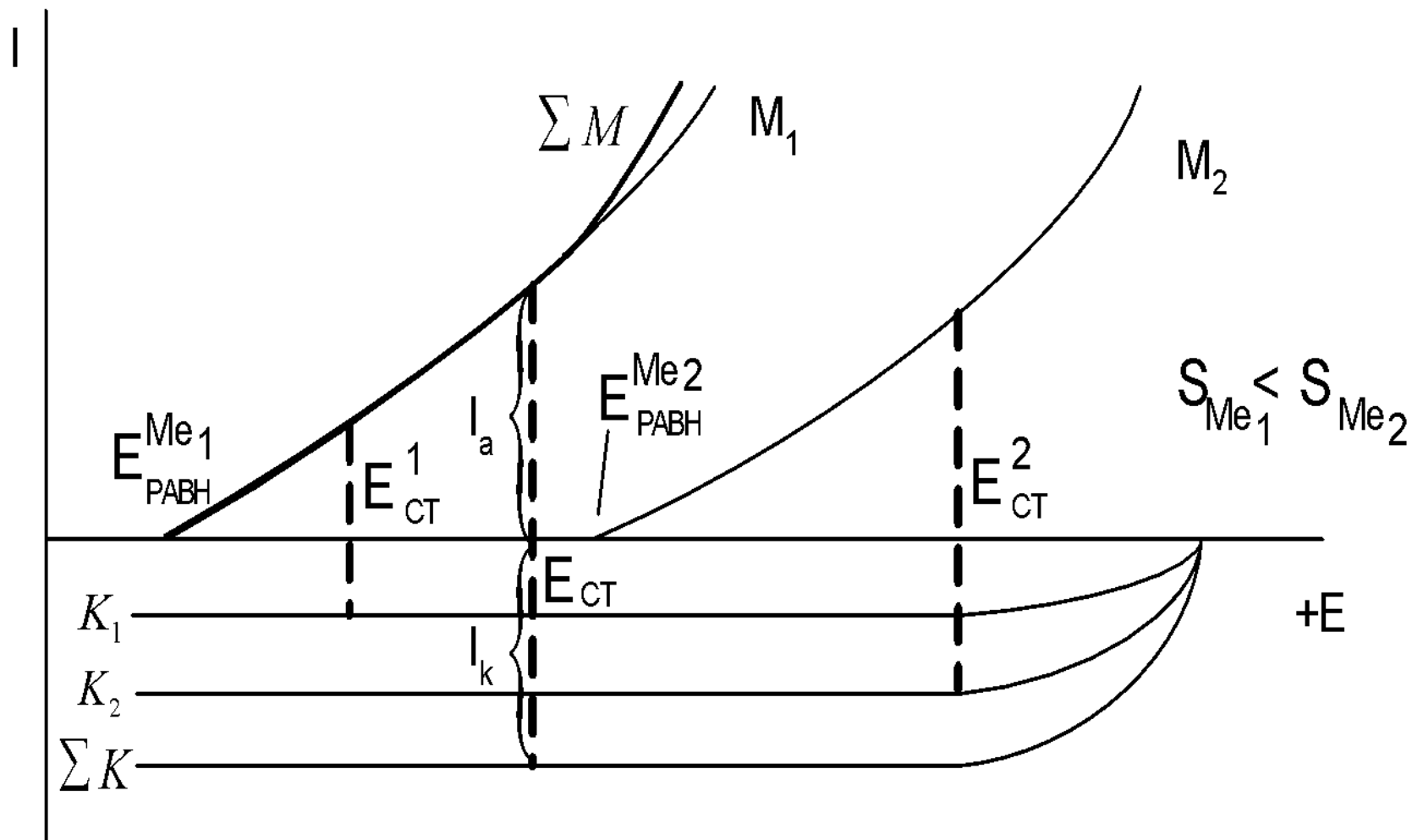
Протекторная защита

- **Протекторная защита** основана на особенностях коррозии двух металлов в контакте. Согласно теории контактной коррозии, при контакте положительного металла M_2 с более отрицательным M_1 потенциал металла M_2 смещается в **отрицательную сторону**, коррозия его при этом уменьшается или полностью прекращается.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

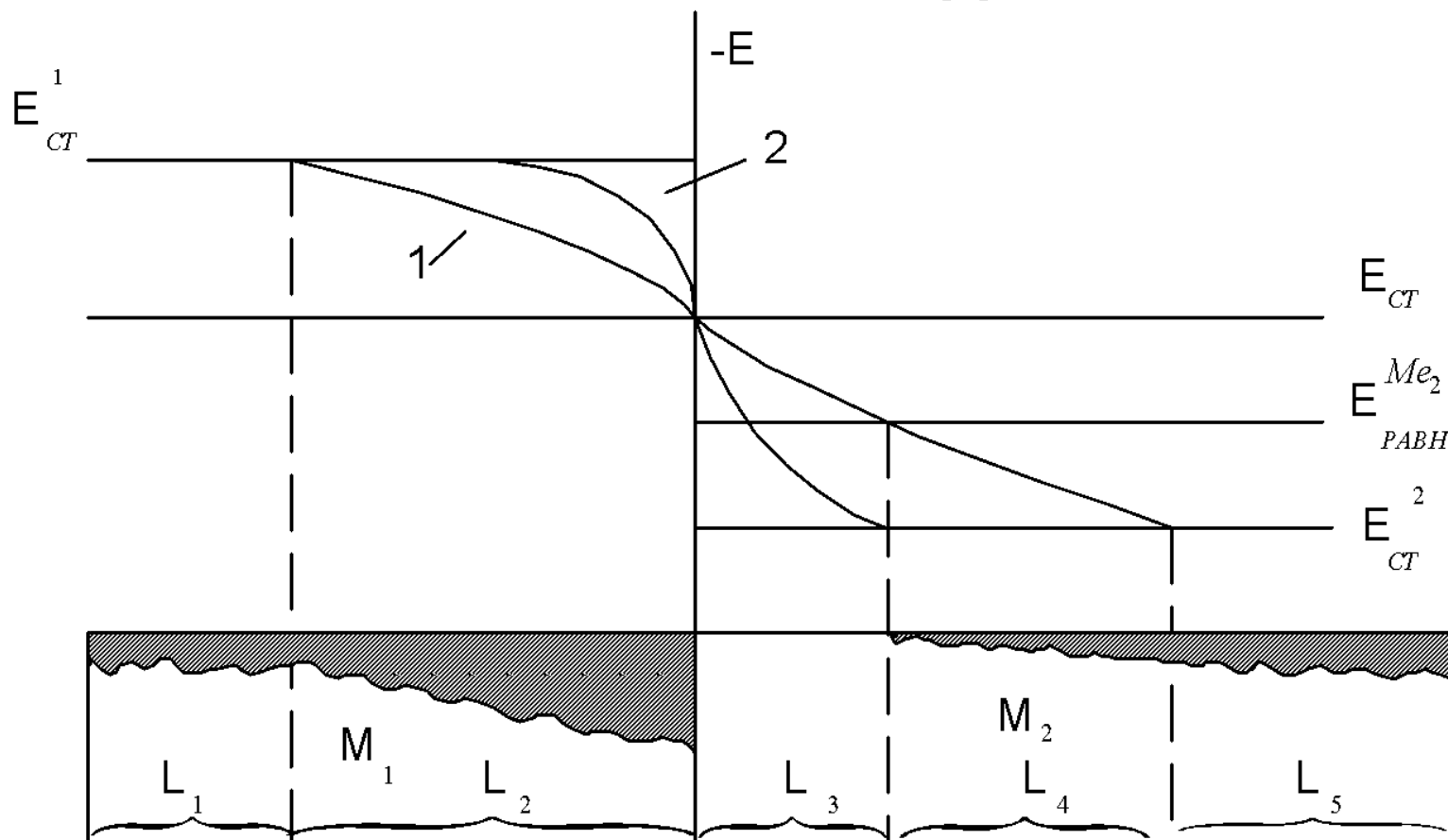
Коррозия двух металлов в контакте под действием одного окислителя





ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

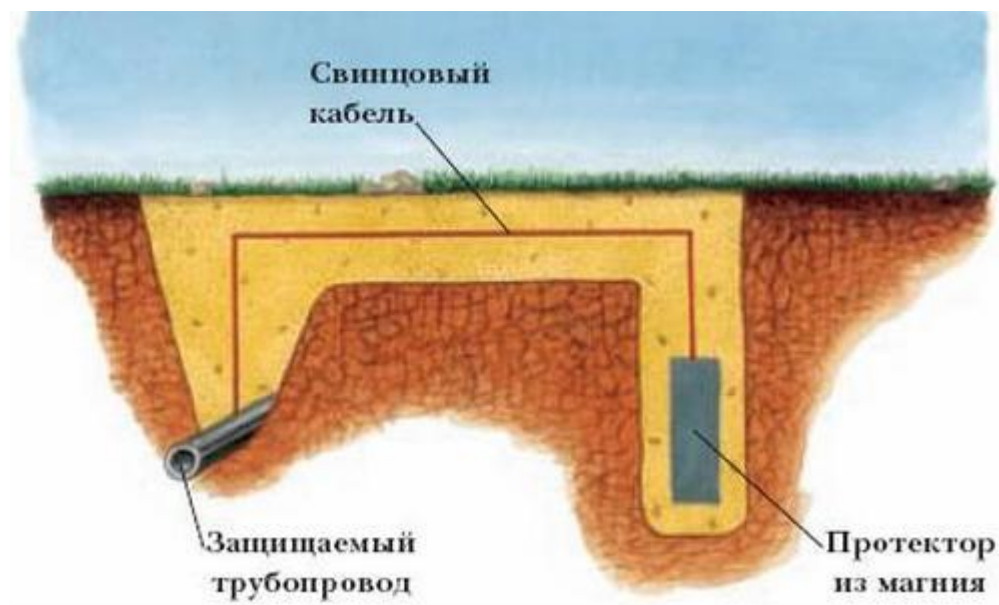
Влияние электропроводности коррозионной среды на контактную коррозию





Протекторная защита

Принципиальная схема протекторной защиты





ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Протекторная защита

- **Используется:** 1. Для защиты магистральных подземных трубопроводов;
- 2. Для защиты оборудования при добыче нефти;
- 3. Для защиты от морской коррозии (платформы, трубопроводы, танкеры);
- 4. Для защиты внутренней поверхности резервуаров для хранения нефти и ее продуктов;
- 5. Для защиты заглубленных резервуаров для хранения пожароопасных и взрывоопасных веществ;
- 6. Для защиты днищ резервуаров для хранения топлива



Протекторная защита

- Протектор: Zn, Al, Mg.
- Zn – в грунтах с $p \leq 20$ см м, солевая, морская коррозии;
- Al - солевая и морская коррозия;
- Mg (сплав Al, Zn, Mn, Mg,)

5-9 %, 2-3%, 0,15-0,8, остальное

Al – увеличивает эффективность сплава, литейные и механические свойства;

Zn - повышает КПД, уменьшает вредное влияние примесей Cu, и Ni;

Mn – Осаждает вредную примесь Fe.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Протекторная защита

Достоинства

Простота конструкции, достаточно высокая эффективность, возможность защиты наиболее поражаемых участков конструкций.

Недостатки

Ограниченный срок службы протекторов;
Ограниченность применения;
Зависимость защитного тока от погодных условий.

Особенность

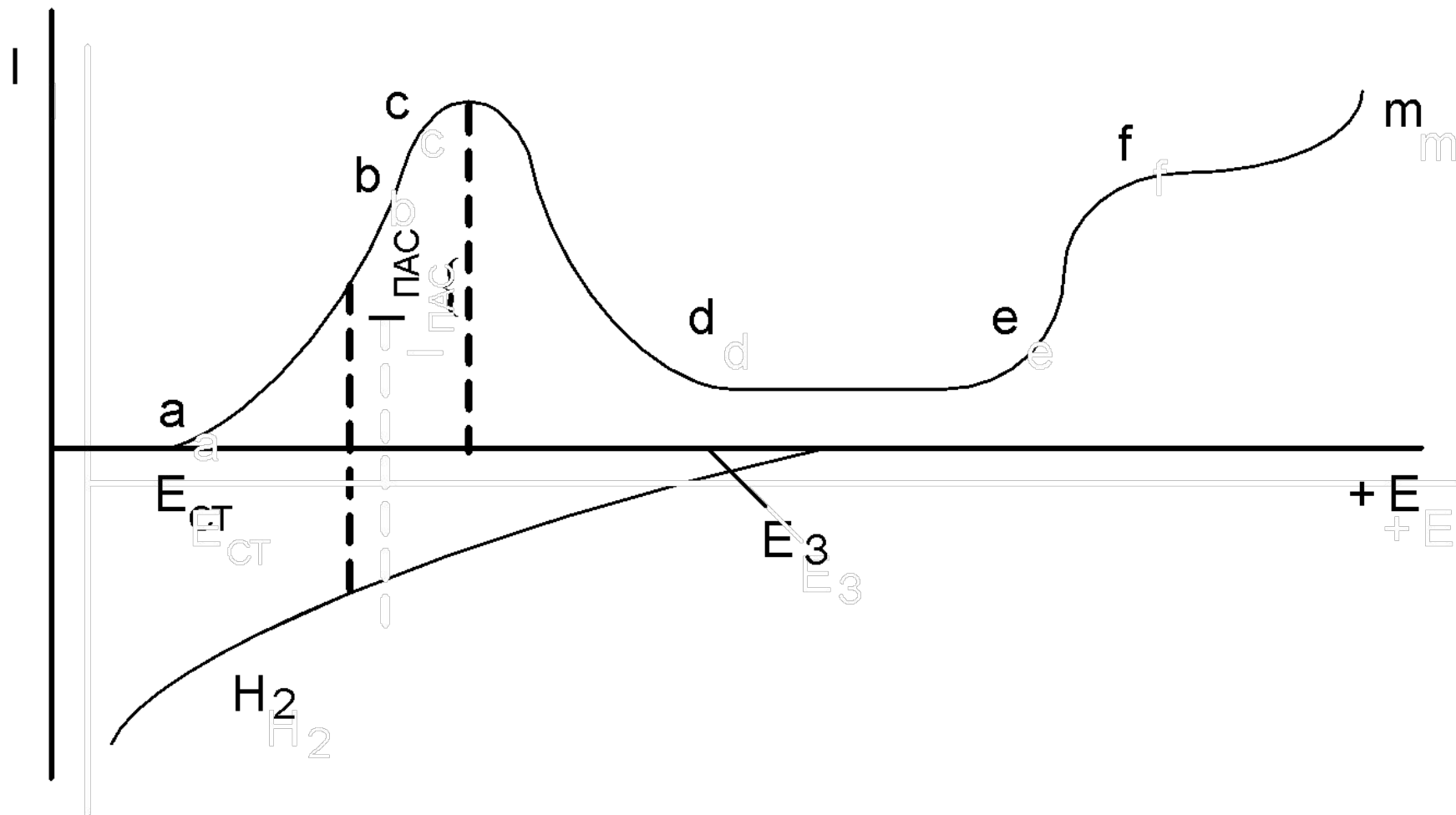
Применяется в совокупности с пассивной защитой с помощью покрытий.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Анодная защита

Коррозионная диаграмма анодной защиты





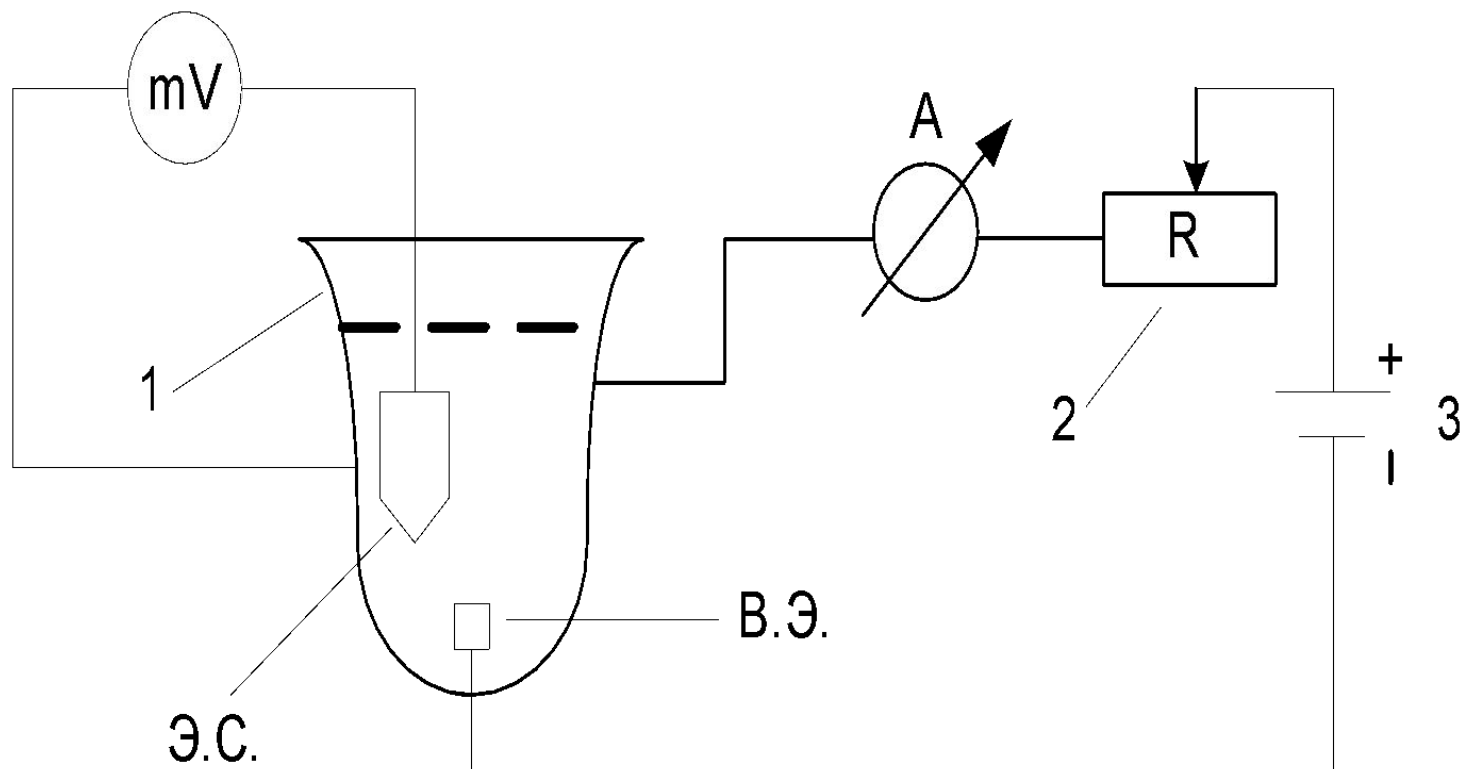
ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Анодная защита

Анодная защита применяется только для металлов, склонных к пассивации в коррозионной среде.

Она сводится к смещению потенциала металла из области активного растворения в область пассивации с помощью внешнего источника тока.

Схема
анодной
защиты





ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Анодная защита

- Анодная защита имеет два этапа:
 1. Перевод металла в пассивное состояние
 2. Поддержание металла в пассивном состоянии.

1-ый этап

- 1.1. Перевод в пассивное состояние по частям;
- 1.2. С помощью дополнительного источника тока;
- 1.3. С помощью введения в среду ингибиторов;
- 1.4. Предварительная пассивация реактора (хроматные, фосфатные, ингибирующие растворы).

2-ой этап

Периодическая поляризация защищаемой конструкции



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Анодная защита

Достоинства

Применение в самых агрессивных средах,
Хорошая глубина защиты;
Снижает и общую и локальную коррозии.

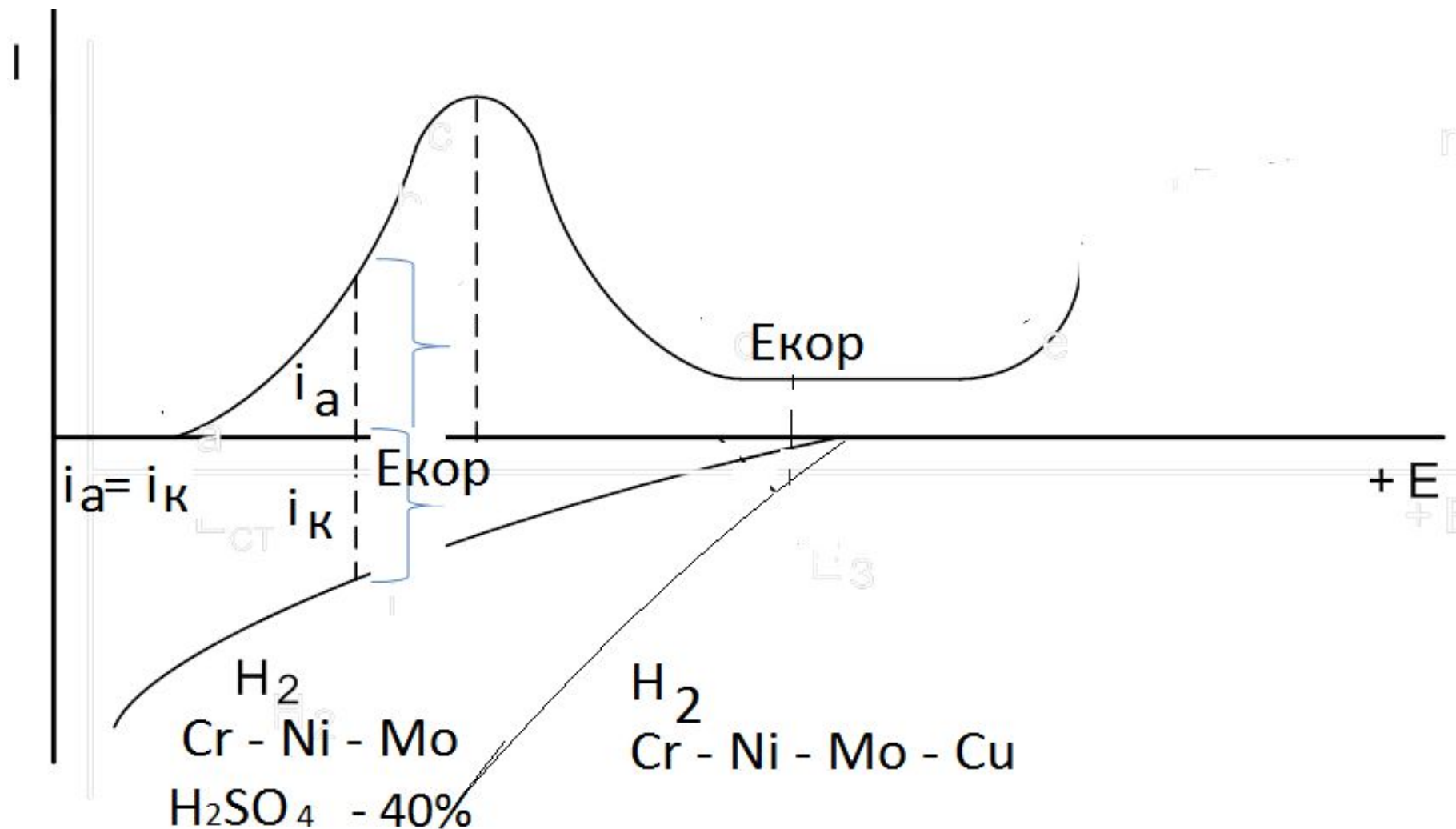
Недостатки

Сложность конструкции;
Ограниченность применения;
Плохая защита по ватерлинии.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Защита с помощью катодных присадок



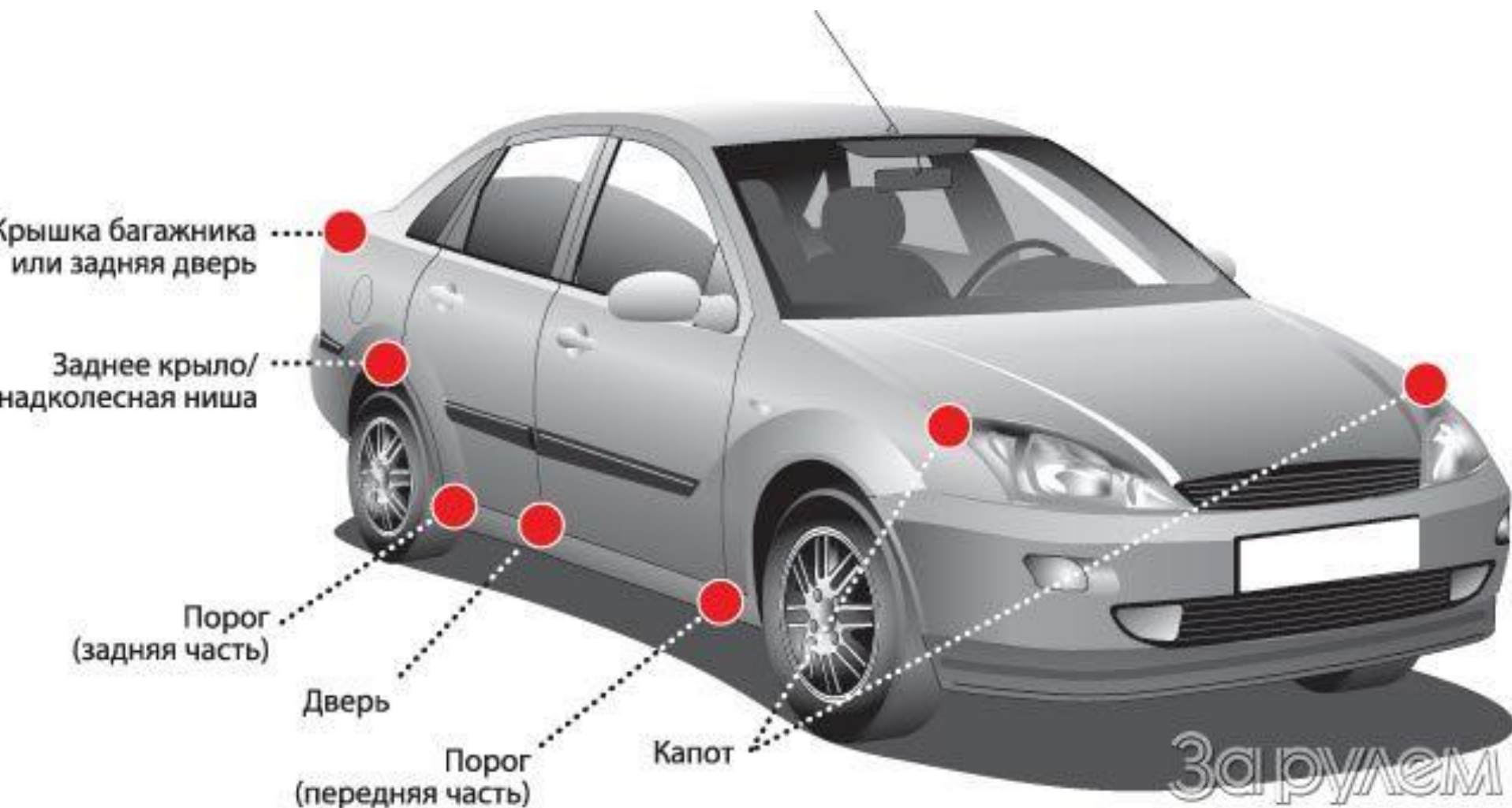


ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ





ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ



За рулем



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

