

Лекция 4

КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ И ДРУГИХ МЕТАЛЛОВ И ИХ СПЛАВОВ

КОРРОЗИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ

никель и сплавы

Чистый никель — металл серебристо-белого цвета, блестящ, очень твёрд, но хорошо поддаётся ковке и хорошо полируется. Как и железо, никель притягивается магнитом.

По свойствам **никель** — близкий аналог железа и кобальта. Никель тягуч — из него легко вытянуть тонкие проволоки, сопротивление которых разрыву не меньше железных.

Коррозионная стойкость

Никель характеризуется высокой коррозионной стойкостью — устойчив на воздухе, в воде, в щелочах, в ряде кислот.

Химическая стойкость обусловлена его склонностью к пассивированию — образованию на его поверхности **плотной оксидной плёнки**, обладающей защитным действием. Металл легко растворяется в азотной кислоте.

Применение НИКЕЛЯ

Никель по большей части является составным компонентом различных сплавов.

Все нержавеющие стали обязательно **содержат никель**, т.к. никель повышает химическую стойкость сплава.

Сплавы никеля характеризуются высокой вязкостью и используются при изготовлении прочной брони.

Никель наиболее широко применяют в качестве гальванического покрытия стальных и медных изделий.

Броня танков



Когда советские танки **Т-34** появились на полях сражений, немецкие специалисты были поражены неуязвимостью их брони.

По приказу из Берлина первый же захваченный Т-34 был доставлен в Германию. Здесь за него взялись химики. Они установили: **русская броня содержит большой процент никеля**, что делает ее сверхпрочной.

Недостаток никеля в стали привел к тому, что к 1944 г. имперские военные заводы вынуждены были изготавливать танковую броню повышенной толщины, и “тигры”, и “пантеры”, и “фердинанды”, одетые в нее, оказывались тяжелее и слабее советских танков и самоходок”.

КОБАЛЬТ И СПЛАВЫ

Кобальт твёрдый вязкий блестящий голубовато-серый металл, относится к тяжелым металлам.

Кобальт менее распространен и более дорог чем **никель**. Поэтому в виде сплавов с хромом и молибденом (или вольфрамом) он применяется в тех случаях, **когда обеспечивает практические преимущества** перед аналогичными сплавами на основе никеля или железа.

Коррозионная стойкость

Так же как *никель*, **кобальт** *сильно корродирует в растворах кислот и солей*, обладающий окислительными свойствами, например HNO_3 и FeCl_3 .

Он **стойк** в *горячих и холодных щелочах*, но в меньшей степени, чем никель.

Кобальт также *корродирует в аэрированных водных растворах аммиака* с образованием растворимых комплексов, таких как $\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}$.

Кобальт относительно *стойк к окислению на воздухе* при повышенных температурах.

В восстановительной атмосфере сернистых соединений его стойкость выше, чем у никеля.

СПЛАВЫ КОБАЛЬТА

Кобальтовые сплавы были разработаны в начале 1990-х годов Элвудом Хейнесом в США в поисках материала, стойкого в агрессивных средах и обладающего прочностью и твердостью при высоких температурах.

Сплавы нашли применение для режущих инструментов, работающих в агрессивных химических средах.

Сплав кобальта, содержащий **10-12 % Cr**, почти **не подвергается коррозии** в горячем и холодном 10 % растворе HNO_3 , однако в 10 % растворе H_2SO_4 или HCl пассивации не происходит, и скорость коррозии достигает очень высоких значений.

НИОБИЙ

Ниобий — блестящий серебристо-серый металл

*Применение и производство ниобия быстро возрастают, что обусловлено сочетанием таких его свойств, как **тугоплавкость, способность образовывать жаропрочные, сверхпроводящие и др. сплавы, коррозионная стойкость,** хорошие обрабатываемость давлением на холоде и свариваемость.*

Химически ниобий довольно устойчив. При прокаливании на воздухе окисляется до Nb_2O_5 .

Уникальное свойство — отсутствие заметного взаимодействия ниобия с ураном при температуре до 1100°C и, к тому же искусственная (наведенная) радиоактивность ниобия невелика. Поэтому из него можно делать контейнеры для хранения радиоактивных отходов или установки по их использованию.

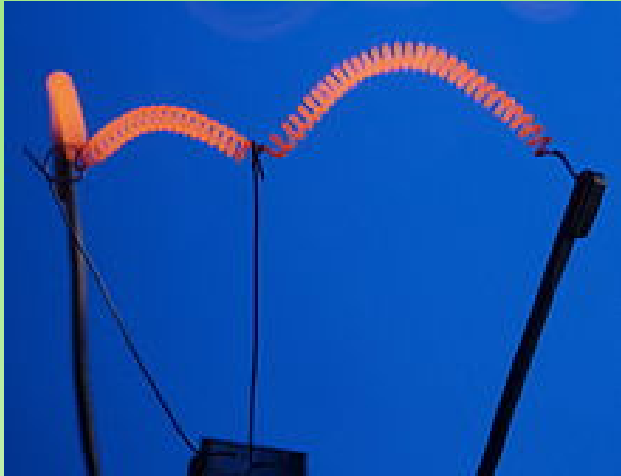
ВОЛЬФРАМ

Вольфрам — светло-серый металл, имеющий самые высокие доказанные температуры плавления и кипения. Т.е. вольфрам — самый тугоплавкий металл. Температура плавления 3380 °С, кипения 5900 °С.

Вольфрам имеет высокую коррозионную стойкость: при комнатной температуре не изменяется на воздухе; при температуре красного каления медленно окисляется в оксид вольфрама VI; в соляной, серной и плавиковой кислотах почти не растворим. **В азотной кислоте** и царской водке окисляется с поверхности.

В смеси азотной и плавиковой кислоты вольфрам растворяется, образуя вольфрамовую кислоту.

ВОЛЬФРАМ



Тугоплавкость и пластичность вольфрама делают его незаменимым для нитей накаливания в осветительных приборах, а также в кинескопах и других вакуумных трубках.

Благодаря высокой плотности вольфрам используется для противовесов, бронебойных сердечников подкалиберных и стреловидных оперенных снарядов артиллерийских орудий, сердечников бронебойных пуль и сверхскоростных роторов гироскопов для стабилизации полёта баллистических ракет.

Использование других металлов

Молибден, Марганец, Олово, Ванадий, Хром

Эти металлы сами по себе не являются конструктивными.

Основное их применение в металлургии – **в виде легирующих добавок к сплавам** на основе железа и цветных металлов, для увеличения коррозионной стойкости, прочности, жаростойкости и других важных свойств.

МОЛИБДЕН

Молибден используется для легирования сталей, как компонент жаропрочных и коррозионностойких сплавов.

Молибден — один из немногих легирующих элементов, способных одновременно повысить прочностные, вязкие свойства стали и коррозионную стойкость. Обычно при легировании одновременно с увеличением прочности растет и хрупкость металла.

В технике молибден используют как **тугоплавкий металл**, сохраняющий прочность при нагреве до 2000 °С. Около $\frac{3}{4}$ всего получаемого молибдена расходуется на легирование сталей и производство никелевых сплавов.

Добавки молибдена в сталь увеличивают её прокаливаемость и закаливаемость, уничтожают хрупкость, увеличивают теплоустойчивость.

МАРГАНЕЦ

Марганец — металл серебристо-белого цвета

Основной потребитель марганца - черная металлургия.

Марганец в виде ферромарганца применяется для «раскисления» стали при её плавке, то есть для удаления из неё кислорода. Кроме того, он связывает серу, что также улучшает свойства сталей.

Введение до 12-13 % Mn в сталь (так называемая Сталь Гадфильда), иногда в сочетании с другими легирующими металлами, сильно упрочняет сталь, делает её твердой и сопротивляющейся износу и ударам (эта сталь резко упрочняется и становится тверже при ударах). Такая сталь используется для изготовления землеройных и камнедробильных машин, броневых элементов и т. д.

Марганец также вводят в бронзы и латуни.

ОЛОВО

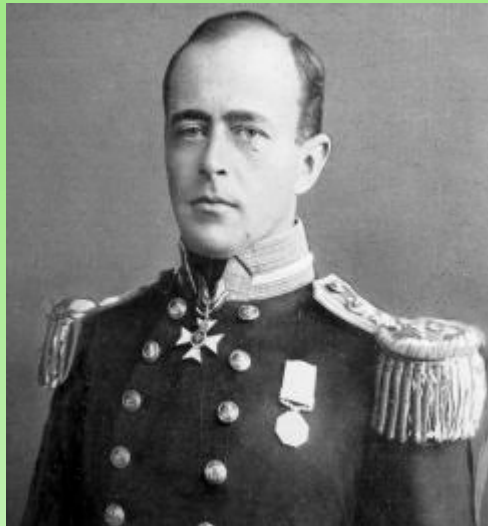
Олово достаточно распространенный легкоплавкий коррозионностойкий металл, хотя в чистом виде применяется редко. Олово биологически инертно и очень пластично, доступно всем видам обработки.

- Олово не относится к прочным металлам, рассчитанным на значительные нагрузки.

- Олово незаменимо как безопасное для организма, стойкое к коррозии покрытие. Оно наиболее «экологично» среди тяжелых цветных металлов, поэтому из него производится белая жечь – луженое железо как тара для пищевых продуктов.

- Олово основной легирующий элемент для конструкционных сплавов титана, а также сплавов с медью - бронзы.

«ОЛОВЯННАЯ ЧУМА»



***Самая трагичная история.** Английская полярная экспедиция во главе с Робертом Скоттом 18 января 1912 г. достигла Южного полюса.*

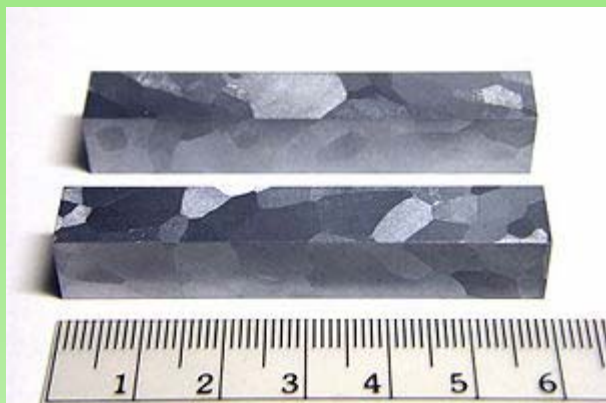
Героическая команда Скотта, тащившая сани на себе, погибла, не дойдя совсем немного до своих баз. И одна из причин гибели экспедиции — „оловянная чума“.

Баки с запасами продовольствия и с горючим, запаянные оловом, из-за разрушения спаев потекли, и гибели экспедиции от голода и холода поспособствовала „болезнь“ олова.

«ОЛОВЯННАЯ ЧУМА»

- **Оловянные органные трубы** в одну из зим неожиданно разрушились, между тем как прежние, даже более морозные, зимы они благополучно пережили...
- У военных интендантов вместо **оловянных чайников** в складах была обнаружена серая пыль. Но на этот раз не интенданты были виновниками исчезновения чайников: чайники на морозе также неожиданно „заболели“ „оловянной чумой“...
- Когда зимой в Сибирь отправилась **экспедиция**, она вдруг **оказалась без посуды** в жестокие морозы. Посуда была оловянной. Однако катастрофы не случилось, потому что сметливые и терпеливые русские умельцы вырезали миски и ложки из дерева, которого в Сибири много.

ВАНАДИЙ



Бруски ванадия
99,95 % чистоты

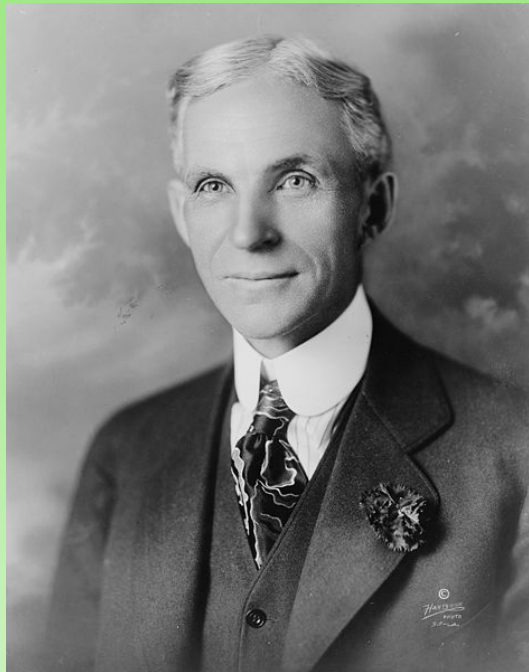
Ванадий — пластичный металл серебристо-серого цвета, по внешнему виду похож на сталь.

Химически ванадий довольно инертен. Он стоек к действию морской воды, разбавленных растворов соляной, азотной и серной кислот, щелочей.

80 % всего производимого ванадия находит применение **в сплавах**, в основном для нержавеющей и инструментальных сталей.

Ванадий — один из главных легирующих элементов.

ВАНАДИЙ



Генри Форд

В 1905 г. во время гонок в Англии одна из французских машин разбилась вдребезги. Один из обломков двигателя этой машины попал в руки Генри Форда, присутствовавшего на состязаниях. Обломок удивил будущего «автомобильного короля»: металл, из которого он был изготовлен, сочетал исключительную твердость с вязкостью и легкостью. Вскоре лаборатория Форда установила, что этот металл – сталь с добавками ванадия.

Не считаясь с затратами, Форд организовал исследования. После нескольких неудач из его лаборатории вышла ванадиевая сталь необходимого качества, что позволило облегчить автомобили, сделать новые машины прочнее, улучшить их ходовые качества.

ХРОМ

В свободном виде — голубовато-белый металл.

Хром (с примесями) является одним из самых твердых металлов, уступая лишь Вольфраму.

Хром химически малоактивен. При обычных условиях устойчив к кислороду и влаге, но соединяется с фтором, образуя CrF_3 .

Взаимодействие с кислородом протекает сначала довольно активно, затем резко замедляется благодаря образованию на поверхности металла оксидной пленки.

Хром легко реагирует с разбавленными растворами соляной и серной кислот с образованием хлорида и сульфата хрома и выделением водорода; **царская водка и азотная кислота пассивируют хром.**

ХРОМ

Со многими металлами хром дает сплавы.

Использование хрома основано на его жаропрочности, твердости и устойчивости против коррозии.

Больше всего хрома применяют для выплавки хромистых сталей.

Хром — важный компонент во многих легированных сталях (в частности, нержавеющих), а также и в ряде других сплавов.

Используется в качестве износоустойчивых и красивых гальванических покрытий (хромирование).

КОРРОЗИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ МЕТАЛЛОВ

Необходимость испытаний металлических материалов **на стойкость против различных видов коррозии** обусловлена требованиями длительной безопасной эксплуатации конструкций и оборудования.

Коррозионные испытания проводятся для **определения скорости и типа коррозии металлов и сплавов**, а также **для установления состава и свойств продуктов коррозии**, эффективности защитных покрытий, смазок, ингибиторов и других средств защиты от коррозии.

Классификация испытаний

Коррозионные испытания позволяют устанавливать взаимосвязи между **структурой, способом изготовления, технологией обработки** металла или сплава, **характеристиками среды** (ее составом, температурой, скоростью движения и др.) **и коррозионной стойкостью материала.**

Различают следующие коррозионных испытаний:

- **эксплуатационные (полевые),**
- **натурные**
- **лабораторные.**

Надежность лабораторных испытаний

Надежность результатов лабораторных испытаний

определяется адекватностью моделирования реальных условий эксплуатации и правильностью выбора критериев коррозионной стойкости.

Лабораторные методы испытаний, как правило, являются ускоренными (в некоторых случаях используют экспресс-методы).

Преимущества ускоренных методов лабораторных испытаний является резко сокращенное время испытаний (часы, для экспресс-методов — минуты), возможность их многократного повторения с целью получения вероятностных оценок, возможность строгого контроля условий испытаний.

Моделирование процессов коррозии

При моделировании процессов коррозии следует руководствоваться принципами, перечисленными ниже.

Ускорение коррозионного процесса не должно быть вызвано изменением его механизма.

Например, при определении стойкости углеродистых и низколегированных сталей против питтинговой и язвенной коррозии даже незначительное увеличение агрессивности среды (повышение температуры, концентрации раствора, понижение pH) может привести к переводу стали в активное состояние, т. е. **смене механизма коррозионного процесса.**

Моделирование условий испытания

При моделировании условий испытаний необходимо учитывать особенности состава реальной коррозионной среды.

Например, при моделировании процессов атмосферной коррозии необходимо учитывать температуру, влажность и анионный состав реальной эксплуатационной среды.

Методы испытаний должны разрабатываться с учетом особенностей химического состава испытуемого материала.

Например, модельные среды, рекомендуемые в качестве стандартных для определения склонности коррозионностойких сталей против питтинговой коррозии, нельзя использовать при испытаниях углеродистых и низколегированных сталей, поскольку последние в них не пассивируются;

Необходим правильный выбор критериев коррозионной стойкости.