

Ti

- ❑ легкий конструкционный материал (в 3-5 раз прочнее Al и Mg)
- ❑ ферротитан (0,1% Ti к стали - эластичность)
- ❑ Ti – Al сплавы (интерметаллиды $TiAl$ и $TiAl_3$)
- ❑ подлодки – немагнитность (коррозия 20 мкм за 1000 лет)
- ❑ NiTi – nitinol – NiTi Naval Ordnance Lab.

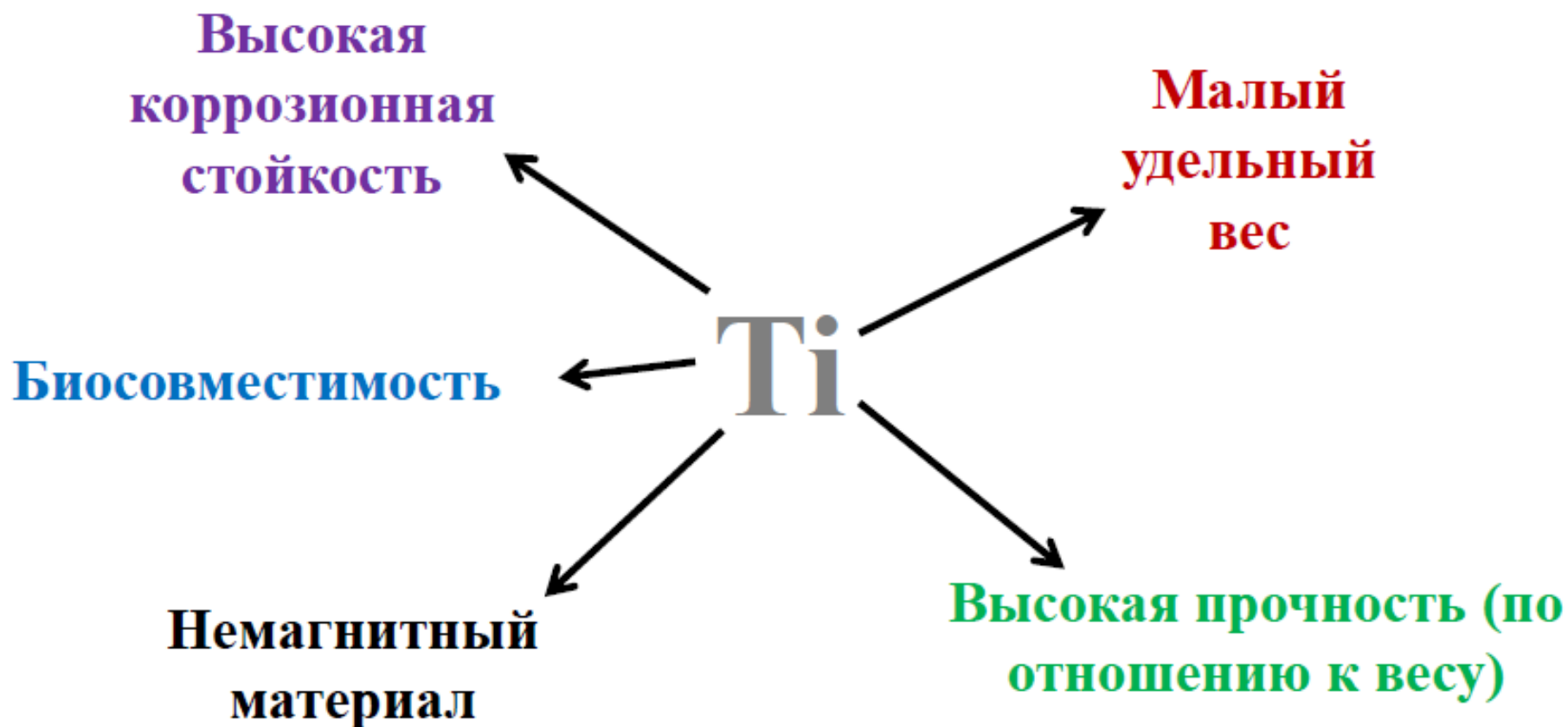
Zr

- ❑ сплавы, отражатель нейтронов

Hf

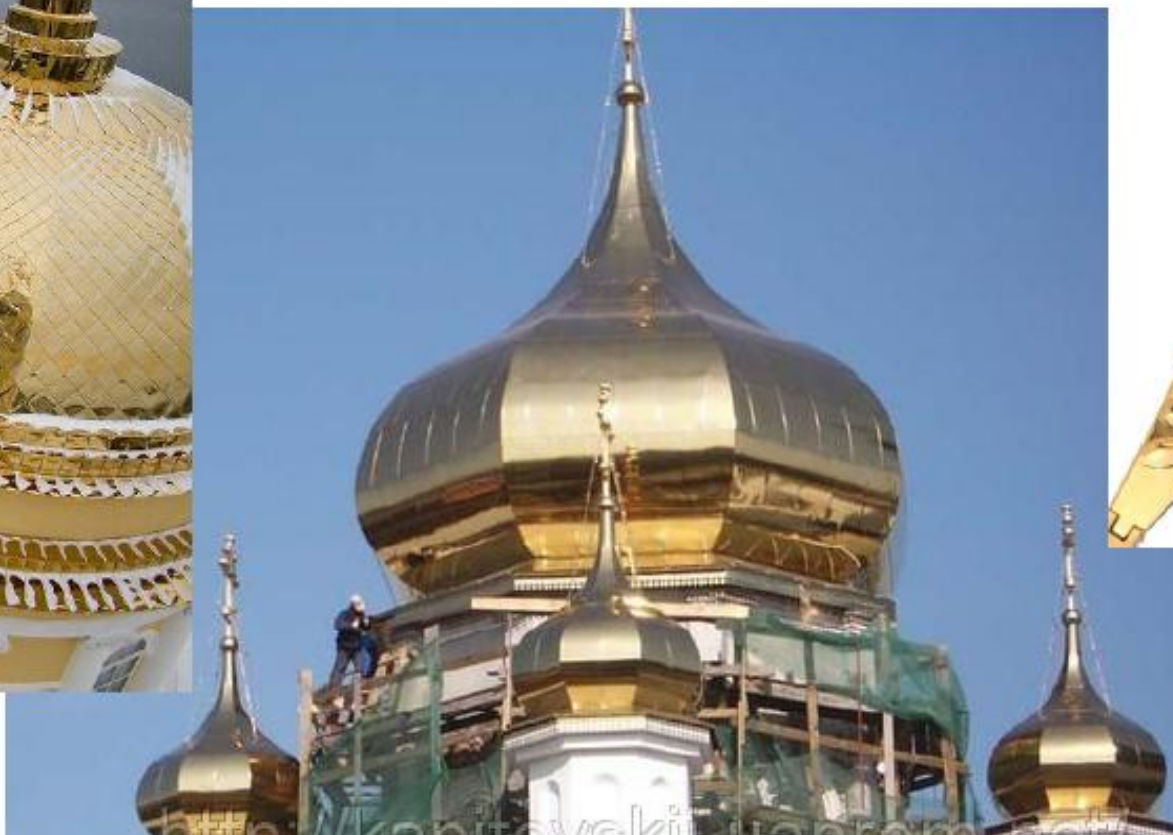
- ❑ поглотитель нейтронов
-

Чем титан так примечателен?



Нитрид титана

Нитрид титана — соединение титана и азота состава TiN_x ($x = 0,58 \div 1,00$), представляет собой фазу внедрения с широкой областью гомогенности, кристаллы с кубической гранецентрированной решеткой, подобной NaCl , обладают высокой твердостью и термодинамической устойчивостью.



Нитрид титана

Получение:

1. Непосредственное насыщение титана азотом:

выше 1100 °С в среде N₂ или NH₃. (Ti в виде порошка или стружки.)

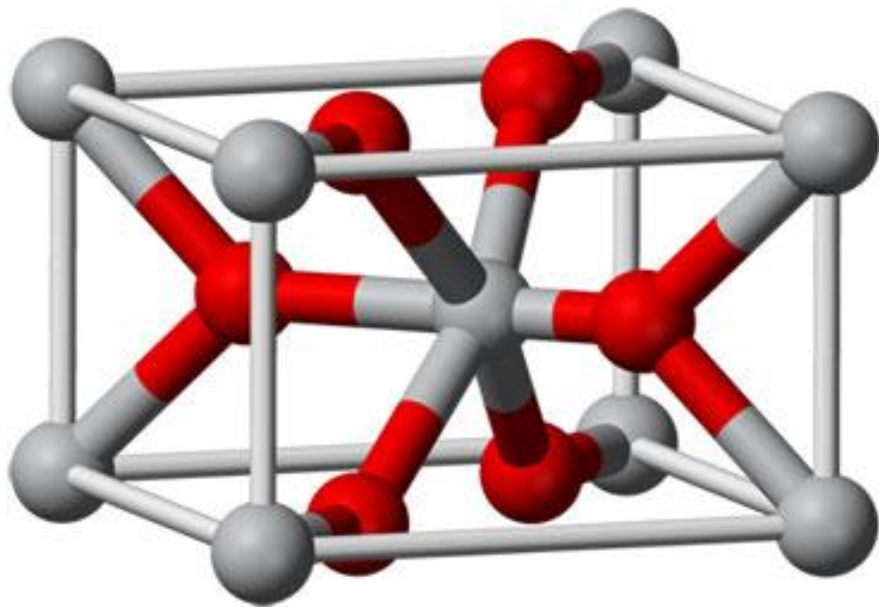
2. Взаимодействие TiCl₄ с NH₃:



Температура плавления 2930 °С

Нанесение покрытий: термодиффузионный метод

Диоксид титана



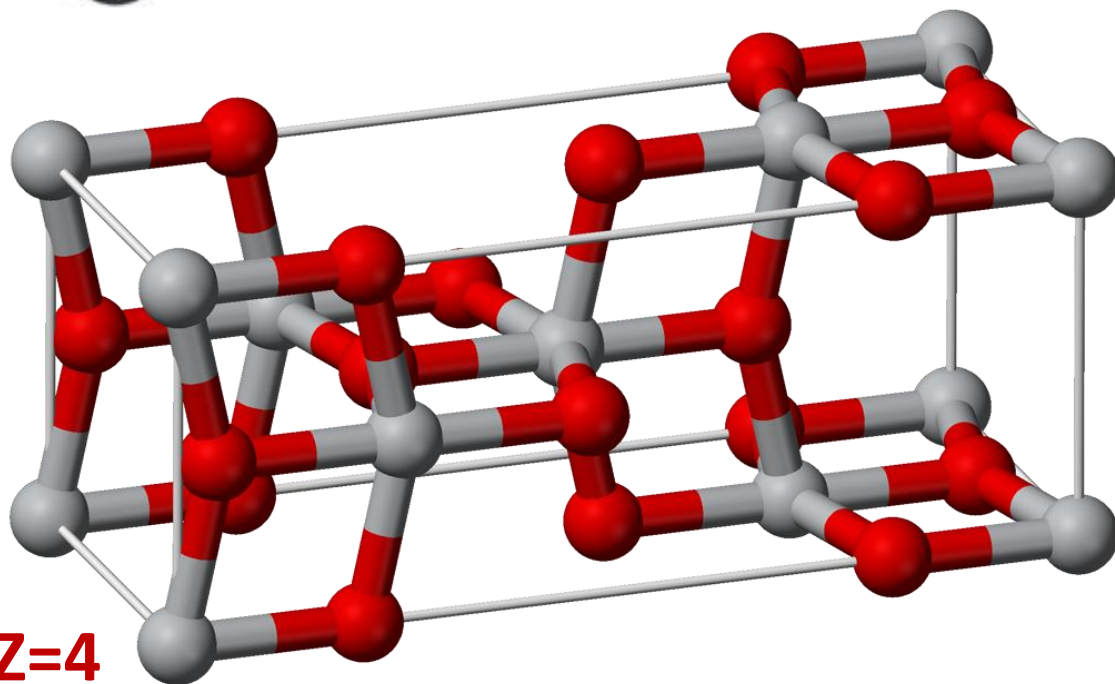
Белый пигмент,

показатель преломления 2.49-2.55 (анатаз),

2.61-2.9 (рутил)

нано-TiO₂:(20-50 нм): УФ-фильтр

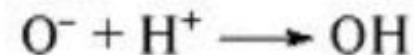
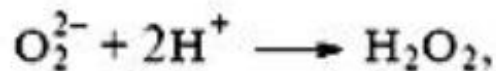
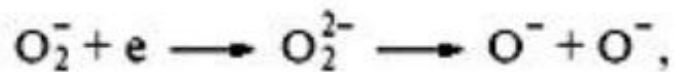
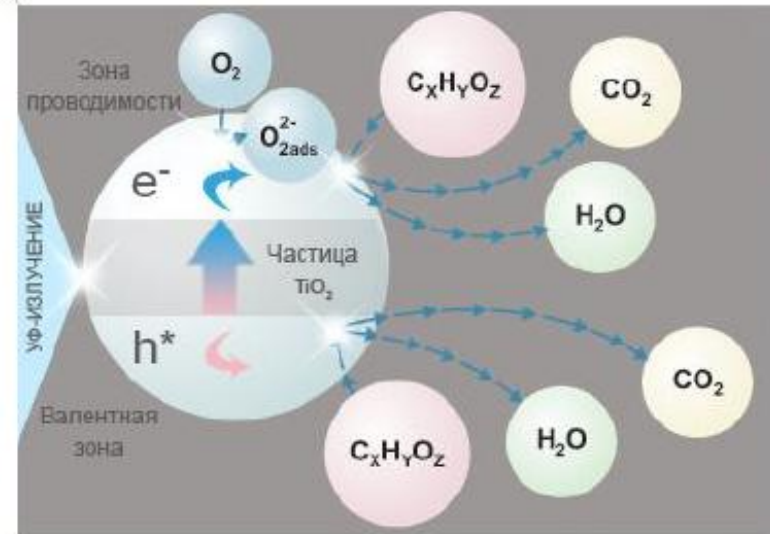
рутил, Z=2



анатаз, Z=4

Диоксид титана.

Фотокатализ, самоочищающиеся покрытия



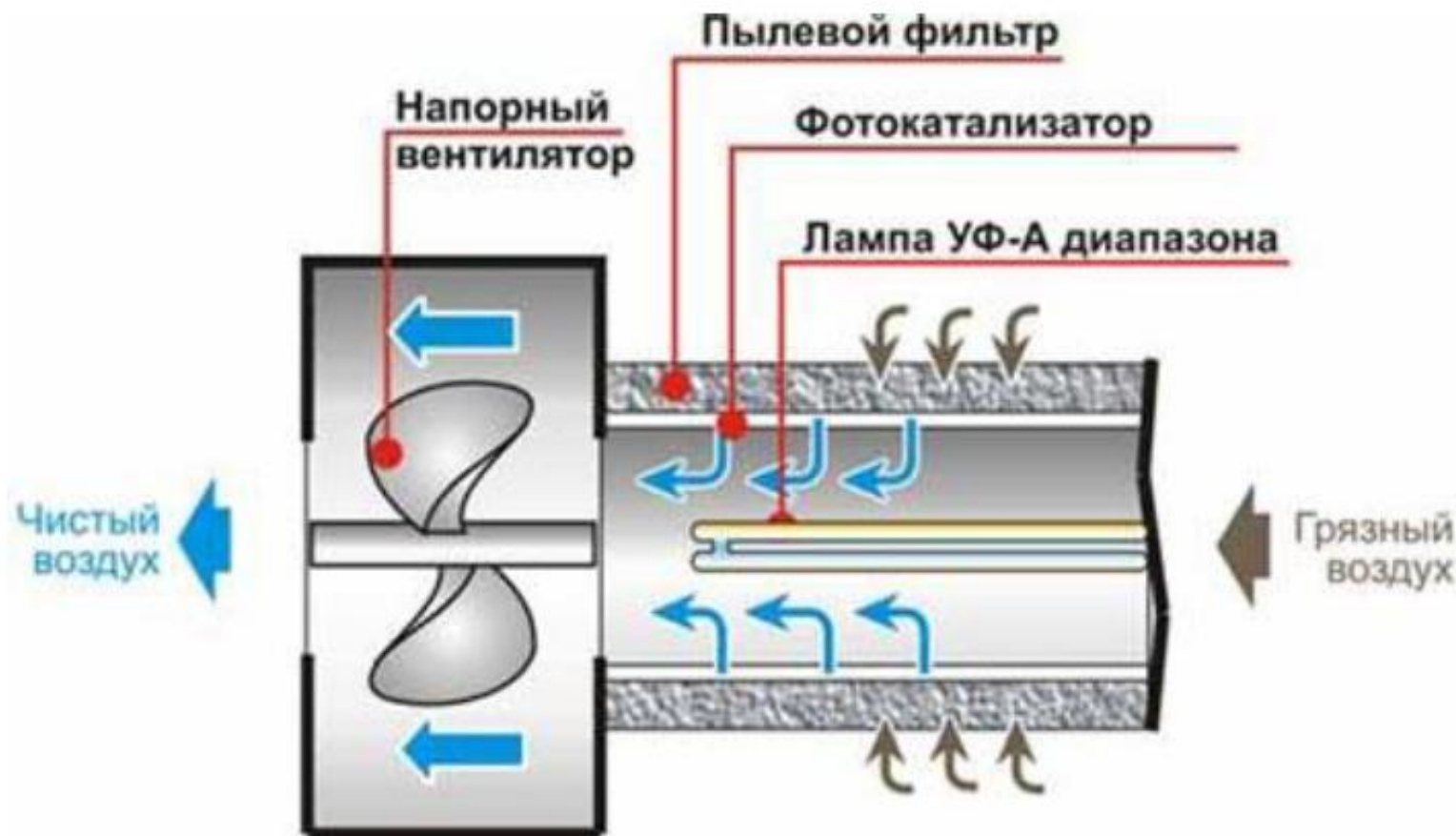
Диоксид титана.

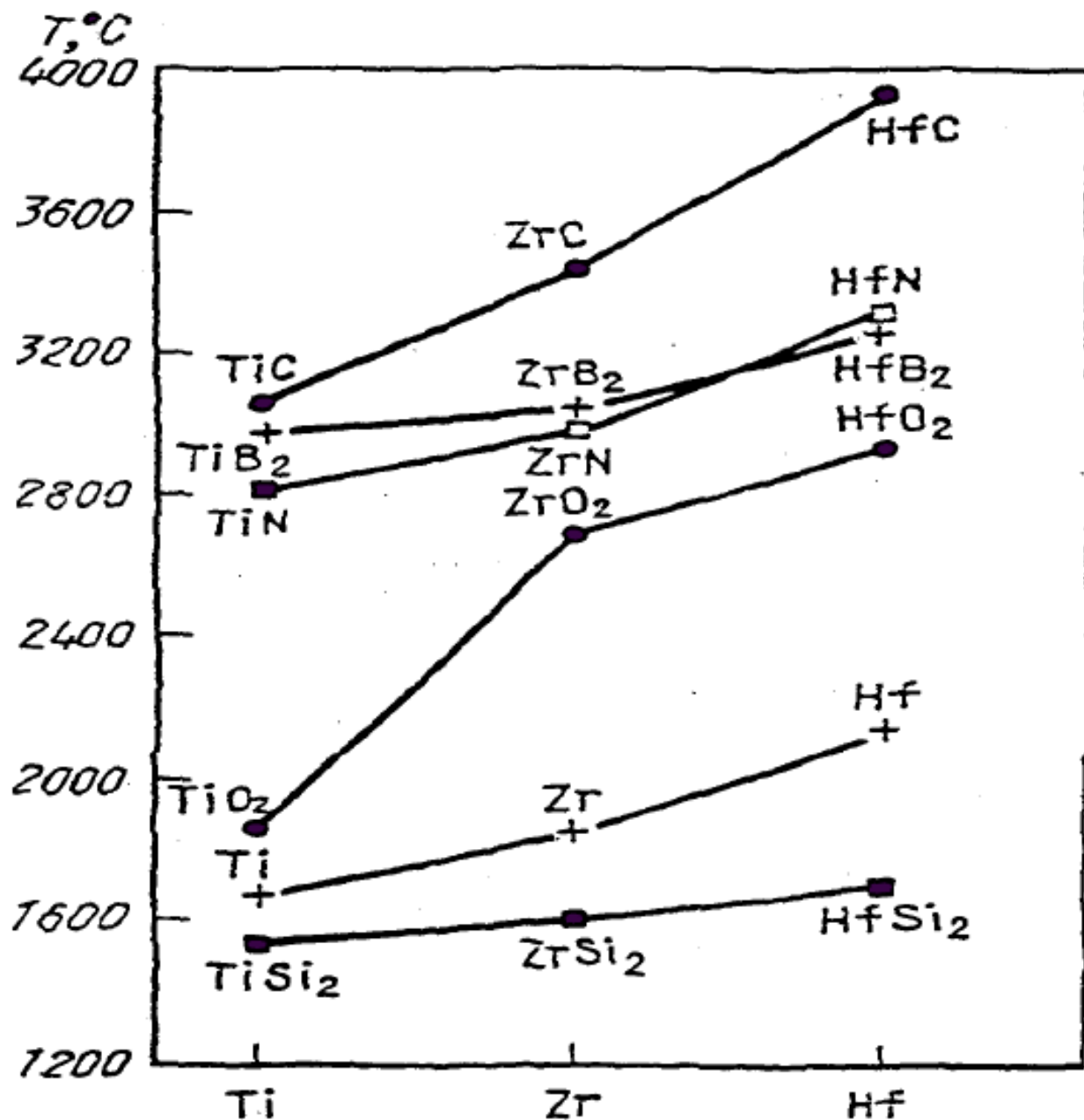
Фотокатализ, самоочищающиеся покрытия



Диоксид титана.

Фотокатализ, самоочищающиеся покрытия





Карбид тантала-
гафния
 Ta_4HfC_5
 $T_{\text{пл}} 4216 \text{ } ^\circ\text{C}$

ZrO_2 : главный производитель - Австралия

Применение ванадия

- Прочные стали (0.2% V) → военная техника, автомобильные двигатели, раскислитель (удаление пузырьков N_2 и O_2)
- За 1000 часов работы стенки цилиндров дизель-моторов, изготовленных из углеродистой стали, изнашиваются на 0,35...0,40 мм, а стенки цилиндров из V стали, работавших в тех же условиях, – на 0,1 мм
- V_2O_5 – катализатор ($SO_2 \rightarrow SO_3$)
- Биологическая роль V

Применение ниобия

- Легирование стали → высокая коррозионная стойкость (0.02 % Nb)
- **NbC** - слой 0,5 мм защищает от коррозии при высоких температурах многие материалы, в частности графит. Конструкционный материал в ракетостроении и производстве турбин
- Восстановительная хирургия
- Сплав Nb+Re заменяет Ir при производстве авторучек

Применение тантала

- Тугоплавкость → нити накаливания электроламп
- Химически стойкий и пластичный → конструкционный материал для химической промышленности (HCl , H_2SO_4 , HNO_3 , H_3PO_4 , Br_2 , Cl_2 , H_2O_2)
- Легирование стали (действие аналогично Nb), жаропрочные сплавы (Ta+W, до 3000°C)
- **TaC, Ta₄HfC₅** ($T_{\text{пл}} = 4216^\circ\text{C}$) → ракетная техника
- Конденсаторы → большое отношение ёмкости к объёму, малый размер, хорошая стабильность, большой диапазон рабочих температур. Широко используются в миниатюрном оборудовании и компьютерах.
- Высокая биологическая совместимость (пластины при проломах черепной коробки)

Применение хрома

1. Легирование сталей (нержавеющая сталь - 18% Cr, 8% Ni)
2. Высокохромистые стали (25...30% Cr) обладают особой стойкостью к окислению при высокой температуре (детали нагревательных печей).
3. Нихромы (до 20% хрома, остальное-никель) применяются для изготовления нагревательных элементов.
4. Добавка к хромоникелевым сплавам Mo и Co позволяет получить материалы, обладающие высокой жаропрочностью, способностью выносить большие нагрузки при 650...900°C (лопатки газовых турбин).
5. Хромит FeCr_2O_4 – огнеупор.

Применение хрома

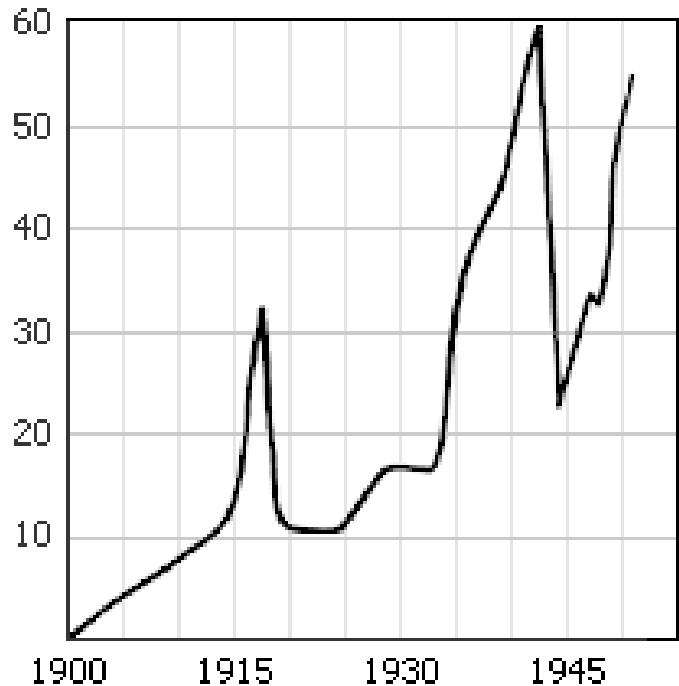
- Хромирование – электролитически из $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (декоративные (0,0002...0,0005 мм) и твердые покрытия (до 0,1 мм))
- Диффузионное хромирование
 $\text{CrCl}_2 + \text{Fe} \leftrightarrow \text{FeCl}_2 + \text{Cr}$
- Хромпик, пропитка древесины (хроматы и бихроматы + хлорид цинка, сульфат меди, арсенат натрия и т.д.) → стойкость древесины к действию грибков, насекомых, пламени
- Пигменты (зеленый (Cr_2O_3), желтый (PbCrO_4 , CdCrO_4))
- Биологическая роль: регуляция уровня сахара в крови, метаболизм жиров

Применение молибдена

- Легирующая добавка к броневым сталям
- Вводы в стеклянные электровакуумные приборы (ничтожно малый коэффициент теплового расширения)
- **MoS₂**: высокотемпературная смазка
- Сплав Mo+W в паре с чистым вольфрамом
→измерение температуры до 2900°C в восстановительной атмосфере
- Биологическая роль: связывание атмосферного азота, регуляция обмена мочевой кислоты

Применение вольфрама

- Нити и спирали в лампах накаливания (с 1908, накал до 2200°C, большая светоотдача)

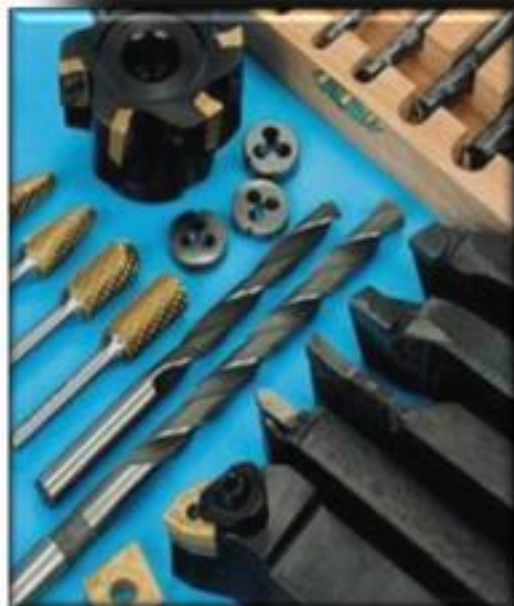


- Вольфрамовая сталь (танковая броня, оболочки торпед и снарядов)
- Инструментальная сталь (устойчивы к истиранию, не дают трещин, сохраняют твердость вплоть до температуры красного каления → резкая интенсификация процессов металлообработки (скорость обработки металлических изделий повышается в 10...15 раз))

Диаграмма мирового производства вольфрама (в тыс. т) в первой половине XX в.

Персиковый цвет
китайского фарфора
(WO_3)

Победит



Победит — металлокерамический твердый сплав. Твёрдый сплав карбида вольфрама WC и кобальта в соотношении 90% и 10% масс, соответственно. Он по твердости близок к алмазу, применяется при бурении горных пород.

Разработан в 1929 году в СССР где в основном использовался для режущих инструментов. Сейчас сплав применяется для оснащения волочильного инструмента, в качестве резцов и т.д. При создании используются методы порошковой металлургии.

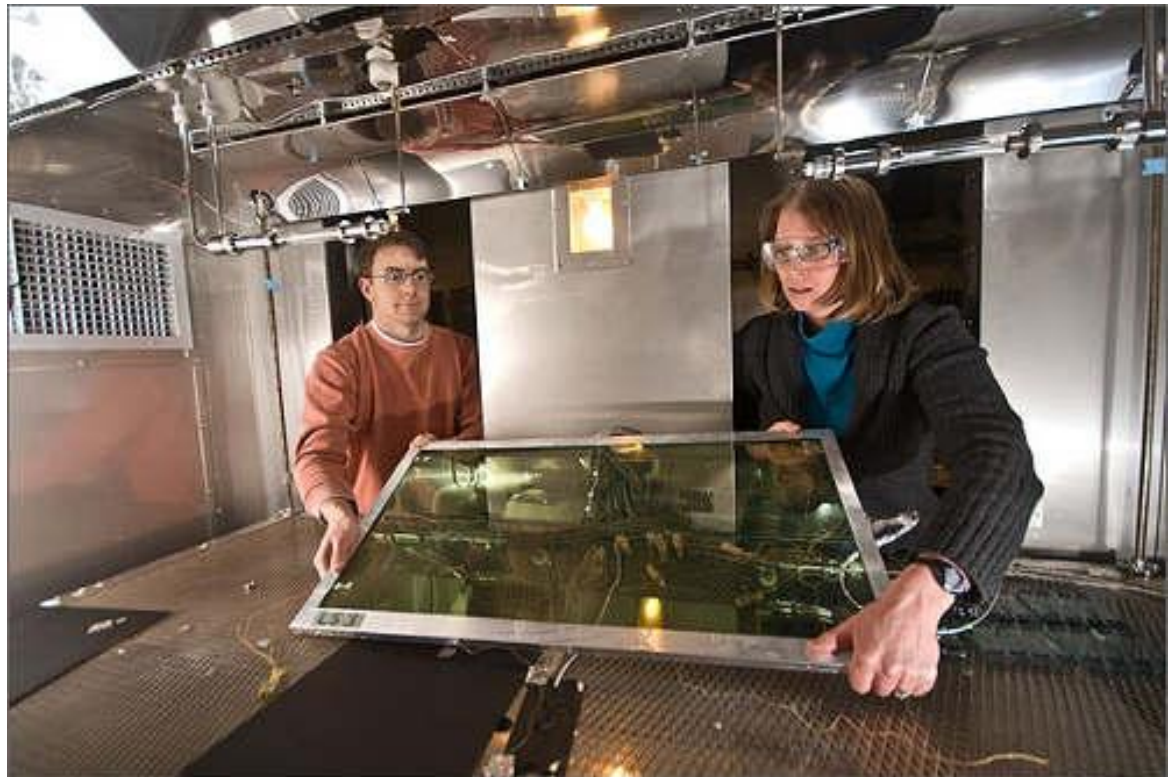
Металлокерамические сплавы обладают особенно высокой твердостью. Победит изготавливается в виде пластинок различной формы и размера. Процесс изготовления сводится к следующему: мелкий порошок карбида вольфрама или другого тугоплавкого карбида и мелкий порошок связующего металла кобальта или никеля перемешиваются и затем прессуются в соответствующих формах. Спрессованные пластины спекаются при температуре, близкой к температуре плавления связующего металла, что дает очень плотный и твердый сплав. Пластины из этого сверхтвердого сплава применяются для изготовления металлорежущего и бурового инструмента. Пластины напаиваются на державки режущего инструмента медью.

Термообработка не требуется.

В настоящее время разработаны и другие вольфрамокобальтовые сплавы, однако для них продолжают использовать название «победит».

Электрохромные устройства

- 3 слоя: активный электрод и противоэлектрод (никель и оксиды вольфрама), разделённые литий-ионным проводником.



Электрохромные устройства

- Цвет меняется, когда прикладывается небольшое электрическое поле и ионы лития перемещаются в рабочие слои электродов.
- Изменение полярности напряжения вызывает миграцию ионов обратно в "свой" слой, и стекло вновь становится прозрачным

Применение марганца

- Сплав 83 % Cu, 13 % Mn и 4 % Ni (манганин): высокое электросопротивлением, мало изменяющимся с изменением температуры (реостаты и пр.)
- MnO_2 и KMnO_4 в качестве окислителей
- LiMn_2O_4 (2010: 8% мирового рынка катодных материалов для литий-ионных аккумуляторов)

Сталь Гадфильда

- 11-14,5 % Mn, 0,9-1,3 % C
- Robert Hadfield, 1882
- высокое сопротивление износу (истиранию) при больших давлениях или ударных нагрузках, высокая пластичность
- Танковые гусеницы, пехотные шлемы

