

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева»

Кафедра энергоресурсосберегающих процессов
в химической и нефтегазовой технологиях

Составитель Е. Ю. Старикова

ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

Методические указания к лабораторной работе
по дисциплине «**Защита металлов от коррозии**» для студентов
направления подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Рекомендовано учебно-методической комиссией направления подготовки
бакалавров 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
в качестве электронного издания
для использования в образовательном процессе

Рецензент:

Михайлов Г. С. – доцент кафедры энергоресурсосберегающих процессов в химической и нефтегазовой технологиях.

Старикова Елена Юрьевна

Цветные металлы и сплавы : методические указания к лабораторной работе по дисциплине «**Защита металлов от коррозии**» направления подготовки бакалавров 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии / Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева ; кафедра энергоресурсосберегающих процессов в химической и нефтегазовой технологиях ; составитель Е. Ю. Старикова. – Кемерово : КузГТУ, 2026. – 1 файл (749 Кб). – Текст : электронный.

Составлены с целью оказания методической помощи при выполнении лабораторной работы по дисциплине «Защита металлов от коррозии». Содержат теоретические положения, методику выполнения работы и контрольные вопросы. Приведен список литературы.

© Кузбасский государственный
технический университет
имени Т. Ф. Горбачева, 2026
© Старикова Е. Ю., составление,
2026

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель настоящей работы – изучение свойств, коррозионной стойкости и области применения конструкционных цветных металлов и сплавов.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Цветные металлы и их сплавы применяют для изготовления машин и аппаратов, работающих со средами средней и повышенной агрессивности и при низких температурах.

2.1. Алюминий и его сплавы

Температура плавления 660 °С, плотность 2698 кг/м³, $\lambda = 221 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ (коэффициент теплопроводности). Высокая тепло- и электропроводность, пластичность.

По распространенности в земной коре алюминий занимает первое место среди конструкционных металлов. В земной коре содержится 8,8 % алюминия, в то время как железа всего 5,1%. Алюминий входит в состав всех глин, полевого шпата, боксита и ряда других горных пород.

Алюминий – химически активный металл. В сухом воздухе образуется защитная пленка окиси алюминия толщиной 15–20 нм. Стоек в промышленной атмосфере, в атмосфере сероводорода, серы, хлористого водорода, аммиака. Механические свойства алюминия в значительной степени зависят от температуры. Температурный предел 200 °С. В растворах хлоридов – не стоек, в хромовокислых и азотнокислых – стоек. Не стоек в растворах соляной и фтористоводородной кислот, в растворах щелочей. Стоек в разбавленной серной и азотной кислотах.

Алюминий применяется для изготовления элементов конструкций и деталей, не несущих нагрузки, например трубопроводов, емкостей.

Сплавы алюминия с медью, цинком, марганцем, кремнием обладают лучшими технологическими свойствами, большей прочностью, но менее коррозионностойки. Для литейных алюминиевых сплавов введена единая система буквенно-цифровой маркировки: первая буква А показывает Al, последующие буквы – основные легирующие

компоненты (К – кремний, М – медь, Мг – магний, Мц – марганец, Н – никель, Ц – цинк), числа, стоящие после букв, показывают среднее содержание компонента в ПРОЦЕНТАХ (%).

Дуралюмин (2–5 % меди, 2–4 % магния) – невысокая коррозионная стойкость, но высокая механическая прочность и пластичность. Маркировка Д1...Д16. Плакируют чистым алюминием и применяют электрохимическое оксидирование (анодирование).

Силумины (алюминий + кремний) – АЛ2...АЛ13. Обладают хорошей коррозионной стойкостью, т. к. на их поверхности образуется пленка из оксида алюминия и кремния. Добавки марганца и магния. Содержание кремния до 13 %.

Магналии – АМг (Al–Mg–Li–Zr, содержание магния от 4 до 12 %) – обладают высокой стойкостью против коррозии и хорошей свариваемостью.

Алюминий и его сплавы подвергают анодированию (окислению) для увеличения коррозионной стойкости, при этом толщина защитной окисной пленки увеличивается в несколько раз.

Алюминиевые сплавы являются доминирующим конструкционным материалом в авиации и ракетостроении. Широко используют в судостроении, в строительстве и транспортном машиностроении, в пищевой промышленности.

Алюминий и его сплавы применяются для хранения, перевозки и переработки ледяной уксусной кислоты, ангидрида уксусной кислоты, жирных кислот, концентрированной азотной кислоты (более 80 %), глицерина, перекиси водорода, нитрата аммония, минеральных удобрений, формальдегида, бензина. В производстве формальдегида из алюминия изготавливают реакторы, дистилляционные колонны, теплообменники. Алюминий применяют для изготовления аппаратов для вулканизации каучука и переработки сернистых нефтей.

2.2. Медь и ее сплавы

Температура плавления 1083 °С, плотность 8900 кг/м³, $\lambda = 397 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$.

Используется для изготовления ректификационных и выпарных аппаратов, теплообменников, конденсаторов, испарителей, в установках глубокого холода. Примеси в меди (кислород, сера, висмут, свинец, железо) – вредные. В отсутствие окислителей медь стойка в водных растворах. Относительно устойчива к действию органических

кислот. Медь не стойка в атмосфере, загрязненной диоксидом серы, в среде хлора, брома, сероводорода, водорода, азотной кислоты и горячей серной кислоты. Механические свойства меди сравнительно невелики и существенно зависят от условия изготовления медных изделий.

Латуни – сплав меди с цинком (от 10 до 50 % цинка). **Л70** – 70 % меди, **ЛО70-1** – 70 % меди (адмиралтейская латунь), 1 % олова, 29 % цинка, **ЛАЖ601-1** – 60 % меди, 1 % алюминия, 1 % железа. По сравнению с медью латуни более коррозионностойки, упруги, прочны, технологичны. $\lambda = 110 \text{ Вт/(м К)}$.

Обесцинкивание – возникает на поверхности рыхлый слой меди, растрескивание. Введение небольших количеств мышьяка (0,04–0,08 %), сурьмы или фосфора снижает склонность к обесцинкиванию. Латуни широко применяются в качестве материала для труб конденсаторов в паросиловых установках. В морских условиях и для химического машиностроения применяют адмиралтейскую латунь.

Сплав **томпак Л90** менее склонен к растрескиванию.

Для изготовления теплообменной аппаратуры используют латунь ЛМц58-2.

Бронзы – сплавы меди с оловом, алюминием, кремнием. **БрОЦС8-4-3** (олово, цинк, свинец). Оловянные бронзы самые старые, содержат олова не более 20 %. Эти бронзы немного лучше меди по коррозионной стойкости, но не стойки в азотной кислоте, аммиаке. $\lambda = 64 \text{ Вт/(м К)}$. Бронзы часто применяют для изготовления насосов и арматуры, перекачивающей разбавленные кислоты.

2.3. Никель и его сплавы

Температура плавления 1455 °С, плотность 8907 кг/м³, $\lambda = 88 \text{ Вт/(м К)}$.

Никель отличается высокой коррозионной стойкостью. В разбавленной соляной и серной кислоте довольно стоек на холоду (если нет притока кислорода или др. окислителей). Никель с добавками меди более стоек в окислительных средах, чем чистый металл. Превосходная стойкость в щелочах всех концентраций и температур. Никель является лучшим материалом при изготовлении аппаратов для выпарки и плавления щелочей.

Стоек в растворах многих солей, морской воде, в ряде органических соединений. В атмосферных условиях стоек, но в присутствии

значительного количества оксидов серы наблюдается атмосферная коррозия.

Никель находит широкое применение в качестве защитного гальванического покрытия и как компонент для изготовления различных сплавов.

Для никелевых сплавов применяют систему обозначения, сходную с принятой для сталей. Обозначение сплава начинается с буквы Х, затем идет Н и число, отражающее среднее содержание никеля, а далее буквы, обозначающие остальные легирующие элементы в порядке уменьшения их содержания (табл. 1).

Таблица 1

Обозначение легирующих элементов в сплавах никеля

Элемент	Символ	Обозначение	Элемент	Символ	Обозначение
Никель	Ni	Н	Титан	Ti	Т
Хром	Cr	Х	Ванадий	V	Ф
Кремний	Si	С	Ниобий	Nb	Б
Марганец	Mn	Г	Тантал	Ta	Та
Молибден	Mo	М	Цирконий	Zr	Ц
Алюминий	Al	Ю	Бор	B	Р
Медь	Cu	Д	Азот	N	А
Кобальт	Co	К	Фосфор	P	П
Вольфрам	W	В	Бериллий	Be	Л

Наиболее распространены сплавы никеля с медью типа «*монель*» – 30 % меди + 3–4 % железа и марганца. Этот сплав по сравнению с чистыми медью и никелем имеет повышенную стойкость в неокислительных кислотах, а также в растворах солей и многих органических кислотах. Коррозионная стойкость монеля уменьшается при доступе кислорода.

Хастеллой: никель (55–80 %) + молибден (16–30 %)+ железо (4–8 %) ХН70 (хастеллой В), ХН65МВ (хастеллой С – 18 % Мо, 15 % Cr, 3 % W). Основной функцией этих сплавов является эффективная работа при высоких температурах и давлениях, а также в условиях контакта с агрессивными веществами, когда обычные или более дешевые сплавы должным образом не удовлетворяют технологических требований, например, в оборудовании атомных реакторов, различных химических реакторах, трубах и клапанах в химической промышленности.

Коррозионные свойства хастеллоев зависят от их состава. Молибден в никельмолибденовых сплавах тормозит активное растворение никелевой основы, хотя хром обеспечивает её пассивность, а молибден – затрудняет. Никельмолибденовые сплавы, содержащие 25–30% Мо, имеют высокую коррозионную стойкость в растворах неокислительных кислот (в том числе, в горячей концентрированной соляной кислоте) и низкую стойкость в окислительных средах.

Повышенная стойкость во всех минеральных и органических кислотах, щелочах, пресной и морской воде. Особенно примечательна стойкость в горячей концентрированной соляной кислоте. Применение сплава ограничено высокой стоимостью и трудностямиковки и прокатки.

2.4. Титан и его сплавы

Температура плавления 1660 °С, плотность 4500 кг/м³, $\lambda = 22 \text{ Вт/(м К)}$.

Из конструкционных металлов титан по своему распространению в природе находится на 4-м месте после железа, алюминия и магния (ильмениты, рутилы). Коррозионная стойкость титана и его сплавов наблюдается в гораздо более широком наборе агрессивных сред, чем сплавов на основе железа и алюминия. Повышенная стойкость в средах, содержащих хлор-ионы, сплавы на основе железа малостойки в таких средах. Титан и его сплавы устойчивы во всех природных средах: атмосфере, почве, пресной и морской воде. Устойчивы в хлоридах, сульфатах, гипохлоридах, азотной кислоте, царской водке, влажном хлоре и многих органических средах, аммиачных растворах. Однако титан не стоек во фтористоводородной кислоте и кислых фторидах, а также в концентрированных горячих щелочах. Не стоек в горячих соляной, серной и фосфорной кислотах.

Современные титановая аппаратура (теплообменная, выпарная, емкостная, реакционная, насосы, коммуникации и т.д.) успешно эксплуатируются на предприятиях химической промышленности в производстве серной кислоты, хлора и ряда органических продуктов, при электрохимическом производстве хлора, гипохлоритов, хлоратов.

Чистый титан имеет невысокую прочность. Используют сплавы титана с алюминием, молибденом, оловом, цирконием, хромом, медью, ниобием. Технический титан ВТ1-00, ВТ1-0. В марках титановых сплавов присутствует обозначение: ВТ6, ОТ, ПТ. Во всех спла-

вах добавки алюминия (2–5 %), молибдена, ванадия. С повышением температуры прочность титана повышается.

При высоких температурах титан очень чувствителен к содержанию в атмосфере различных газов, особенно водорода, активно его поглощает, становится хрупким и приобретает склонность к растрескиванию. Такое явление получило название «водородная болезнь». При нагреве титановых деталей содержание водорода в металле не должно превышать 0,005 %.

2.5. Свинец и его сплавы

Температура плавления 327,4 °С, плотность 11340 кг/м³, $\lambda = 43,6 \text{ Вт/(м К)}$.

Свинец – тяжелый металл, мягкий, ковкий. На воздухе покрывается оксидной пленкой, стойкой к химическим воздействиям. Коррозионная стойкость свинца определяется устойчивостью продуктов его коррозии. Свинец неустойчив в азотной и уксусной кислоте и в щелочах. Свинец не взаимодействует с соляной и серной кислотами. Используется для изготовления аппаратуры, устойчивой в агрессивных средах и газах.

Сплавы свинца характеризуются высокой плотностью, твердостью, хорошими антифрикционными свойствами, коррозионной стойкостью. Добавка Sb и Sn к свинцу повышает его прочность и твердость. Сплавы свинца легкоплавки, их используют в качестве припоев марок ПОС и типографских сплавов.

Свинец находит применение в химической промышленности в виде листового материала для футеровки химических аппаратов, гальванических ванн, кристаллизаторов, для изготовления трубопроводов и газоходов. Свинец применяется в сернокислотной промышленности как обкладочный материал для небольших емкостей (вакуум-сборники, мерники) и в сопряженных узлах аппаратов, для гомогенного свинцевания крышек аппаратов, как конструкционный материал для труб холодильников.

Баббиты – сплавы на основе олова, свинца, кальция, цинка с добавками сурьмы и меди.

3. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

3.1. Познакомиться с методическими указаниями и законспектировать основные теоретические положения. Подготовить табл. 5 для оформления отчета.

3.2. По табл. 4 в соответствии с вариантом задания, указанным преподавателем, определить исходные данные для выполнения работы.

3.3. По табл. 2 выбрать все металлы и сплавы (из приведенных), удовлетворительно стойкие (скорость коррозии менее 0,1 мм в год) в заданных агрессивных средах при конкретной концентрации раствора и температуре.

3.4. По табл. 3 определить механические свойства и область применения выбранных металлов и занести значения в отчет (табл. 5).

3.5. По справочнику [5] определить состав сплавов.

Таблица 2

Коррозионная стойкость металлов и сплавов в агрессивных средах

Водный раствор	Концентрация	Температура, °С	Сплав	Скорость коррозии, мм/год
1	2	3	4	5
H ₂ SO ₄	до 5%	20	Бронза	< 0,1
H ₂ SO ₄	до 5%	20	Латунь	0,03–0,04
H ₂ SO ₄	до 5%	20	Никель	0,056
H ₂ SO ₄	до 5%	20	Монель	0,02–0,07
H ₂ SO ₄	до 5%	кип	ХН70МФ	0,025
H ₂ SO ₄	до 5%	20	ХН55МВ	< 0,1
H ₂ SO ₄	до 5%	20	Свинец	0,01–0,05
H ₂ SO ₄	10–60 %	20	Бронза оловянная	0,01–0,04
H ₂ SO ₄	10–60 %	20	Монель	< 0,1
H ₂ SO ₄	10–60 %	20–70	ХН70МФ	< 0,05
H ₂ SO ₄	10–60 %	20	ХН55МВ	< 0,1
H ₂ SO ₄	10–60 %	кип	Свинец	0,05–0,08
H ₃ PO ₄	10–90 %	20	Бронза алюминиевая	< 0,001
H ₃ PO ₄	10–90 %	20	Бронза оловянная	< 0,1
H ₃ PO ₄	10–90 %	20	Латунь	0,01–0,05
H ₃ PO ₄	10–90 %	20–60	Монель	< 0,1
H ₃ PO ₄	10–90 %	20	ХН70МФ	0,005–0,02
H ₃ PO ₄	10–90 %	Кип	ХН70МФ	0,04–0,06
H ₃ PO ₄	10–90 %	20	ХН55МВ	0,001–0,002

Водный раствор	Концентрация	Температура, °C	Сплав	Скорость коррозии, мм/год
1	2	3	4	5
H ₃ PO ₄	10–90 %	20	Свинец	< 0,08
KOH	до 53%	20	Медь	< 0,1
KOH	до 53%	20	Бронза алюминиевая	0,013–0,02
KOH	до 53%	20-кип	Бронза оловянная	< 0,1
KOH	до 53%	20-кип	Никель	< 0,001
KOH	до 53%	100	Монель	< 0,075
KOH	5–10%	20	ХН70МФ	< 0,001
KOH	5–10%	20	Свинец	< 0,1
CaCl ₂	до 43%	20	Алюминий	0,03–0,08
CaCl ₂	до 43%	20	Медь	< 0,1
CaCl ₂	до 43%	90	Бронза алюминиевая	< 0,01
CaCl ₂	до 43%	20	Монель	< 0,05
CaCl ₂	до 43%	20-кип	ХН55МВ	< 0,05
MgCl ₂	до 35%	20	Медь	< 0,1
MgCl ₂	до 35%	20	Бронза оловянная	< 0,007
MgCl ₂	до 35%	100	Латунь	< 0,1
MgCl ₂	до 35%	кип	Никель	< 0,1
MgCl ₂	до 35%	85	Монель	< 0,075
MgCl ₂	до 35%	20	ХН70МФ	< 0,1
CuSO ₄ ·5H ₂ O	до 17,5%	20	Медь	< 0,1
CuSO ₄ ·5H ₂ O	до 17,5%	20	Бронза	< 0,1
CuSO ₄ ·5H ₂ O	до 17,5%	20	Латунь	< 0,1
CuSO ₄ ·5H ₂ O	до 17,5%	20	Монель	< 0,1
CuSO ₄ ·5H ₂ O	до 17,5%	20–100	ХН70МФ	< 0,1
CuSO ₄ ·5H ₂ O	до 17,5%	100-кип	ХН55МВ	< 0,075
CuSO ₄ ·5H ₂ O	до 17,5%	20-кип	Свинец	< 0,1
HCl	до 5 %	20	Медь	0,04
HCl	до 5 %	20	ХН70МФ	0,01–0,036
HCl	до 5 %	20	ХН55МВ	0,04–0,01
HCl	до 5 %	20–70	ХН55МВ	< 0,1
HCl	10–35%	20	ХН70МФ	< 0,1
HCl	10–35%	80–100	ХН55МВ	< 0,1
NaCl	до 26%	20	Медь	0,021
NaCl	до 26%	20	Бронза алюминиевая	0,04
NaCl	до 26%	100	Бронза алюминиевая	< 0,1
NaCl	до 26%	20	Бронза оловянная	< 0,1
NaCl	до 26%	20	Латунь	< 0,005
NaCl	до 26%	100	Латунь	0,001
NaCl	до 26%	Кип	Латунь	0,045–0,081

Водный раствор	Концентрация	Температура, °С	Сплав	Скорость коррозии, мм/год
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
NaCl	до 26%	20–70	ХН55МВ	< 0,001
NaCl	до 26%	20–85	Монель	< 0,0025
NaCl	до 26%	100-кип	Монель	0,006
NaCl	до 26%	Кип	ХН70МФ	< 0,01
NaCl	до 26%	20	Свинец	< 0,05

Таблица 3

???

Металл	Механические свойства			Область применения
	σ_B , МПа	δ , %	НВ	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Латунь твердая	430–725	2–12	118–162	Антифрикционные детали, втулки, вкладыши, ползуны, трубы для конденсаторов и теплообменников. Детали морских и речных судов. Пружины, манометрические трубы
Латунь мягкая	235–410	40–60	30–64	
Бронза оловянная мягкая	245–440	30–70	48–98	Детали, работающие в масле, паре, морской и пресной воде, антифрикционные детали
Бронза оловянная твердая	490–1180	1–12	147–225	
Бронза алюминиевая мягкая	290–700	20–70	59–167	Антифрикционные детали, детали арматуры, работающие в пресной воде, жидком топливе и в паре до 250 °С
Бронза алюминиевая твердая	390–815	2–25	157–220	
Монель	440–590	35–45		В парогенераторах и выпарных аппаратах. Нефтяная, химическая, медицинская промышленность, машино- и судостроение
Медь	250–480	0,5–50	40	В электротехнике и электроэнергетике, в телекоммуникационной отрасли, судо- и автомобилестроении, производство электрокабелей, проводов, обмоток, выводов искрового зажигания, плавких предохранительных

Металл	Механические свойства			Область применения
	σ_B , МПа	δ , %	НВ	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
				устройств. В различных теплообменниках
Алюминий	60–191	5–28	13–32	В самолетостроении, судостроении, автомобильной промышленности. Для изготовления бурильных, насосно-компрессорных и нефтегазопроводных труб, емкостей для хранения нефти и ее продуктов. Изготавливают емкости, колонны, конденсаторы и т.п. для производства уксусной кислоты, сульфирования жирных спиртов, хлората калия, натриевой и аммиачной селитры, синильной кислоты и т. д.
Никель	280–300	40–50	70–170	Для защитных и декоративных покрытий на алюминии, магнии и других металлах (при никелировании); для изготовления аппаратов с высокой коррозионной стойкостью, приборов радиоэлектроники, в качестве катализатора. В приборостроении и машиностроении для электролитического покрытия. Основное количество никеля идет на производство различных сплавов с железом, хромом, медью, кобальтом, цинком, молибденом и другими металлами
Свинец	12–13	50–70	3,2–4,8	В химической и металлургической промышленности для футеровки трубопроводов и различной аппаратуры, работающих в контакте с агрессивными средами, для изготовления нерастворимых анодов, используемых при элек-

Металл	Механические свойства			Область применения
	σ_B , МПа	δ , %	НВ	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
				тролизе цинка, меди и др., для производства различных сплавов на основе меди, антифрикционных сплавов – баббитов, припоев различных композиций, легкоплавких типографских сплавов и др., для производства красителей и различных химикатов, для изготовления аккумуляторов, для защиты медных проводов
Хастеллой С	380–550	10–40	335	Применяется для деталей оборудования, работающего при средних температурах в окислительных средах (влажный хлор, гипохлориты, хлорное железо, хлорная медь, азотная кислота, фосфорная кислота, смеси соляной кислоты с серной при окислительных условиях, морская вода, многие органические среды, в т. ч. уксусная и муравьиная кислоты и их соли). Для работы на воздухе используется до 1090 °С.

Таблица 4

Свойства металлов и сплавов

№ варианта	Раствор	Концентрация, %	Температура, °С
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	HCl	3	20
2	HCl	4	80
3	HCl	5	20
4	HCl	4	40
5	H ₂ SO ₄	2	20
6	H ₂ SO ₄	40	20
7	H ₂ SO ₄	30	30
8	H ₂ SO ₄	20	50
9	H ₃ PO ₄	40	70
10	H ₃ PO ₄	90	40

№ варианта	Раствор	Концентрация, %	Температура, °C
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
11	H ₃ PO ₄	50	30
12	H ₃ PO ₄	20	20
13	KOH	30	Кип
14	KOH	8	20
15	KOH	20	50
16	KOH	40	40
17	CaCl ₂	25	90
18	CaCl ₂	10	20
19	CaCl ₂	30	100
20	CaCl ₂	15	50
21	MgCl ₂	5	Кип
22	MgCl ₂	15	100
23	MgCl ₂	20	20
24	MgCl ₂	10	50
25	CuSO ₄ ·5H ₂ O	5	20
26	CuSO ₄ ·5H ₂ O	10	100
27	CuSO ₄ ·5H ₂ O	17	Кип
28	CuSO ₄ ·5H ₂ O	15	50
29	NaCl	5	100
30	NaCl	10	20
31	NaCl	15	80
32	NaCl	20	40

Таблица 5

Оформление отчета

№ варианта, задание	Металл	Состав	Механические свойства			Область применения
			σ _B , МПа	δ, %	НВ	

Контрольные вопросы

1. Какой металл по распространенности в земной коре занимает первое место среди конструкционных металлов?
2. Каков состав и маркировка дуралюмина?
3. Что такое силумины и магналии?
4. Что такое латуни и бронзы? Каков их состав, свойства и области применения?

5. Дайте характеристику никелю как конструкционному материалу. Укажите основные сплавы на основе никеля и области их применения.
6. Каковы основные компоненты сплава хастеллой?
7. Каково обозначение в марках никелевых сплавов основных легирующих компонентов?
8. Какова температура плавления и плотность титана?

Список рекомендуемой литературы

1. Солнцев, Ю. П. Технология конструкционных материалов : учебник для студентов вузов / Ю. П. Солнцев, Б. С. Ермаков, В. Ю. Пирайнен; под ред. Ю. П. Солнцева. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2006. – 504 с. [http://www.biblioclub.ru/book/102721/_id=51546\(10+ЭР\)](http://www.biblioclub.ru/book/102721/_id=51546(10+ЭР))
2. Ржевская, С. В. Материаловедение / С. В. Ржевская. – 4-е изд. – Москва : Логос, 2006. – 424 с. <http://www.biblioclub.ru/book/89943/>
3. Солнцев, Ю. П. Материаловедение. Применение и выбор материалов / Ю. П. Солнцев, Е. И. Борзенко, С. А. Вологжанина. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2007. – 200 с. <http://www.biblioclub.ru/book/102722/>
4. Колачев, Б. А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов / Б. А. Колачев, В. И. Елагин, В. А. Ливанов. – Москва : МИСИС, 2005. – 428 с.
5. Справочник по конструкционным материалам / под ред. В. Г. Арзамасова. – Москва : Изд-во МГТУ, 2005. – 638 с.
6. Справочник конструктора-машиностроителя. Т. 1 / под ред. И. Н. Жестковой. – Москва : Машиностроение, 2006. – 927 с.
7. Тимонин, А. С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования: в 3 т. Т. 1 : справочник. – Калуга : Изд-во Н. Бочкаревой, 2002. – 852 с.
8. Коррозия конструкционных материалов. Газы и неорганические кислоты : справочник: в 2-х кн. Кн. 2 / под ред. В. В. Батракова. – Москва : Изд-во Интермет-Инжиниринг, 2000. – 316 с.
9. Воробьева, Г. Я. Коррозионная стойкость материалов в агрессивных средах химических производств. – Москва : Химия, 1975. – 816 с.
10. Машиностроение. Энциклопедия. Т. II-3. – Москва : Машиностроение, 2001. – 879 с.
11. 6. Марочник сталей и сплавов : справочник / под ред. А. С. Зубченко. – Москва : Машиностроение, 2003. – 784 с.