



Специальные стали.

Поток 1А

Лекция 15

Лектор доц. Дощечкина И .В.

(lect_15_1A_TKMiM_DIV_15-05-2015 ppt)

(Использованы материалы электронного ресурса [www.google.com.ua / search](http://www.google.com.ua/search))

План лекции

15.1. Специальные стали.

15.2. Износостойкие стали

15.3. Нержавеющие стали.

15.4. Жаростойкие стали.

15.5. Жаропрочные стали.

15.1. СПЕЦИАЛЬНЫЕ СТАЛИ.

К этой группе относятся высоколегированные материалы, обладающие особыми свойствами- износостойкость, коррозионная стойкость, жаропрочность, определённые электро- или магнитные свойства и т.д.



ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

- 1. Какие стали относятся к специальным?**
- 2. Какими особыми свойствами они обладают?**

15.2.ИЗНОСОСТОЙКИЕ СТАЛИ

Для обеспечения износостойкости сталь должна иметь высокие значения твёрдости, прочности, сопротивления хрупкому разрушению, контактной выносливости.

К износостойким относятся аустенитная высокомарганцовистая литая сталь Гадфильда **110Г13Л** и графитизированные стали.



1 – сталь **110Г13Л**, 2 – сталь **40**.

После закалки в воде от **1100°C** сталь приобретает аустенитную структуру ($\sigma_B \sim 850$ МПа, $\sigma_{0,2} \sim 350$ МПа, $\delta \sim 45\%$ и $KCU \sim 200$ Дж/см²).

Твёрдость **180-220НВW**.

Трудно обрабатывается резанием. Детали из неё получают литьём.

В условиях **значительного давления и ударных нагрузок** изделие сильно наклёпывается и твёрдость поверхности достигает **600 НВW**.

Легирование стали хромом, молибденом повышает твёрдость до **800 НВW**.

Сталь содержит **~1,1%С** и **~13% Mn**.

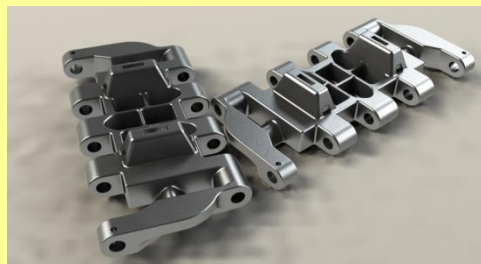
В литом состоянии структура - аустенит с большим количеством карбидов в виде сетки по границам зерен.

ПРИМЕНЕНИЕ СТАЛИ 110Г13

Сочетание высоких значений износостойкости и вязкости с достаточной прочностью обеспечивает долговечность изделий при условии изнашивания под действием ударных нагрузок.



Зубья ковшей
экскаваторов



Траки гусениц



Крестовины
рельсов



Стенки
дробилок



Била (молотки)



Дробящие
плиты

ГРАФИТИЗИРОВАННЫЕ СТАЛИ

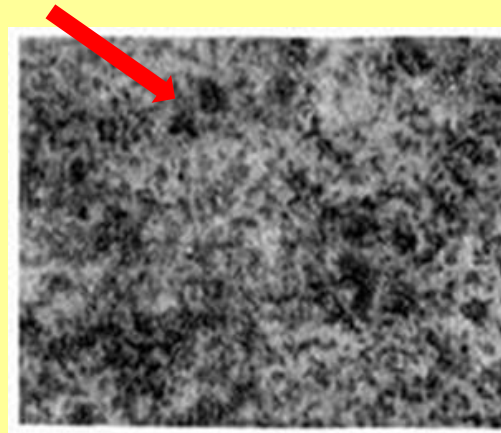
Стали содержат 1,5-1,75% С и 1-1,5%Si

Кремний способствует графитизации – вызывает выделение части углерода в виде графита.

Стали выпускаются под условными номерами **ЭИ293, ЭИ336, ЭИ666.**

В отожжённом состоянии
структура стали -
зернистый перлит и
глобулярной формы
включения графита.

Для более равномерного
выделения дисперсного
графита проводят
двухступенчатую закалку.



Предварительная закалка от
950°C в воду или масло.
Отпуск (графитизация) при
700 °C. Выдержка **5-10ч**.
Окончательная закалка от
860°C, охлаждение в воде
или масле, низкий отпуск
при **150-200°**.

Структура – мартенсит и графит.

× Графит играет роль смазки и **обеспечивает высокую износостойкость.**

Из стали изготавливают:
литые коленвалы, штампы,
матрицы, калибры, траки,
тормозные колодки, била,
дробемёты, ножи.



Зуб ковша.



Тормозные колодки



Дробемёт.

**Сравнение механических свойств
высокопрочного чугуна и графитизированной
стали.**

Материал	σ_v, МПа	δ, %
Высокопрочный чугун	550	5
Графитизированная сталь	850	64

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

- 1. Какие основные требования предъявляются к износостойким сталям?**
- 2. Чем объясняется высокая износостойкость стали 110Г13Л только в условиях больших давлений?**
- 3. Для каких изделий используют сталь 110Г13Л?**
- 4. Что такое графитизированная сталь? Где её используют?**

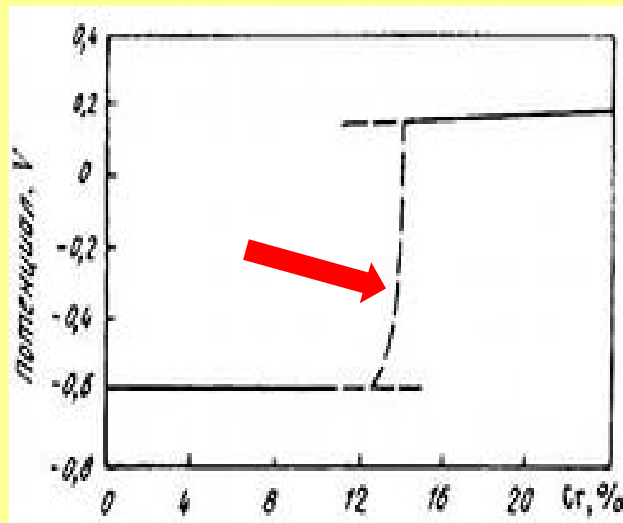
15.3. КОРРОЗИОННОСТОЙКИЕ (НЕРЖАВЕЮЩИЕ) СТАЛИ.

Коррозия – разрушение металла под влиянием окружающей среды.

Различают **химическую и электрохимическую** коррозию.

К коррозионностойким относятся **стали устойчивые против коррозии** при температурах **ниже 550°C**.

При введении в сталь более **13%** хрома очень **резко повышается электрохимический потенциал сплава** и **электрохимическая коррозия прекращается**.



Высокая **коррозионная стойкость** достигается за счёт образования на поверхности тонкой **сплошной и прочной оксидной плёнки**. **Стали не окисляются** в воде, в большинстве **кислот, солей и щелочей**.

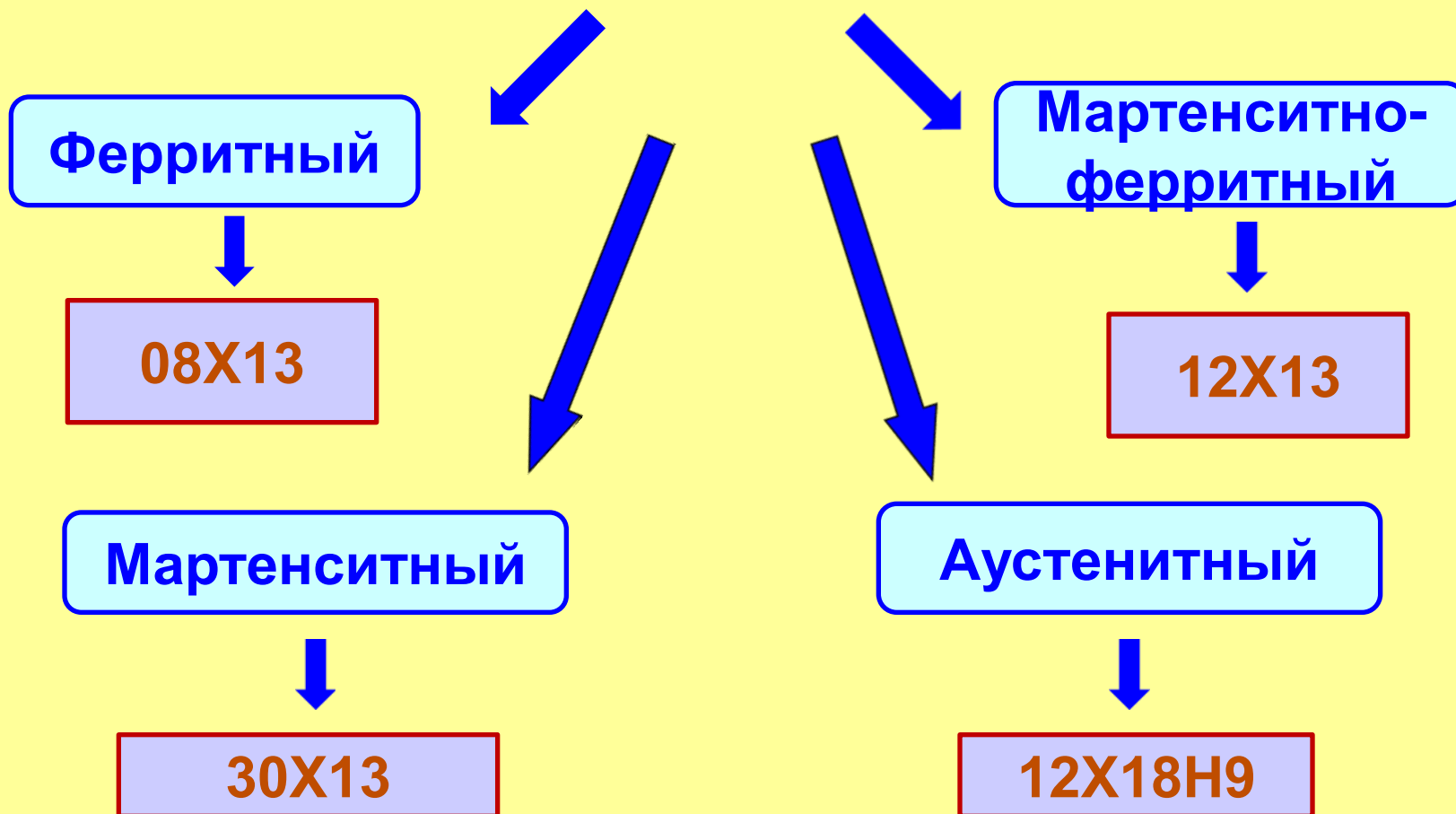
× **Углерод** в нержавеющей сталях **является нежелательным**, так как приводит к уменьшению содержания хрома, связывая его в карбиды.

× Чем **ниже содержание углерода**, тем **выше коррозионная стойкость** нержавеющей сталей.

Как правило **содержание углерода не превышает 0,4%**.

КЛАССИФИКАЦИЯ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ ПО СТРУКТУРЕ

По структуре, образующейся после охлаждения на воздухе стали делятся на классы:



ПРИМЕНЕНИЕ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ РАЗНЫХ КЛАССОВ

Ферритного и мартенситно-ферритного классов.



Бытовая техника, посуда, фольга, химическое оборудование



Дуги, радиатор, диски.

Мартенситного класса.



Пружины, хирургический инструмент.



Игла карбюратора.

Аустенитного класса.



Лопатки турбин, химическая аппаратура, баки для топлива.



Глушитель и выхлопные трубы.

Недостатком аустенитных сталей является склонность к межкристаллитной коррозии (уменьшение коррозионной стойкости по границам зёрен).

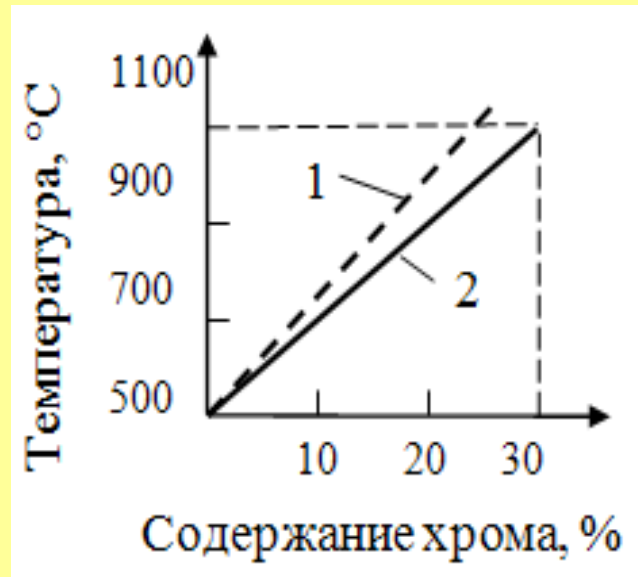
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

- 1. Чем обязательно и с какой целью легируют нержавеющие стали?**
- 2. На какие классы делятся нержавеющие стали по структуре?**
- 3. Привести примеры наиболее распространённых марок нержавеющих сталей и указать области их применения?**

15.4. ЖАРОСТОЙКИЕ СТАЛИ.

К жаростойким сталям относятся стали, устойчивые против газовой коррозии при температурах выше 550°C и работающие в ненапряженном или слабонапряженном состояниях.

Для обеспечения жаростойкости стали легируют хромом ($>13\%$), алюминием ($\sim 5\%$), кремнием ($\sim 2,5\%$), которые образуют на поверхности тонкую и плотную пленку из оксидов Cr_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 .



1- аустенитные стали, 2- ферритные.

Чем больше содержание хрома, тем до более высоких температур сталь остаётся жаростойкой.

Так, при $\sim 30\%$ хрома сталь не окисляется при $1000-1100^{\circ}\text{C}$.

В зависимости от содержания углерода и легирующих элементов стали этой группы могут принадлежать к разным структурным классам, иметь разные свойства и области применения.

ПРИМЕНЕНИЕ ЖАРОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ РАЗНЫХ КЛАССОВ.

**Ферритный:
08X17,15X28**



**Оборудование пищевой
промышленности.**

**Мартенситный:
40X9C2,40X10C2T
(сильхромы)**



**Клапаны автомобильных и
тракторных двигателей.**

**Аустенитный:
10X14Г14Н4**



**Оборудование для работы
при t от – 253 до +800°C.**

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

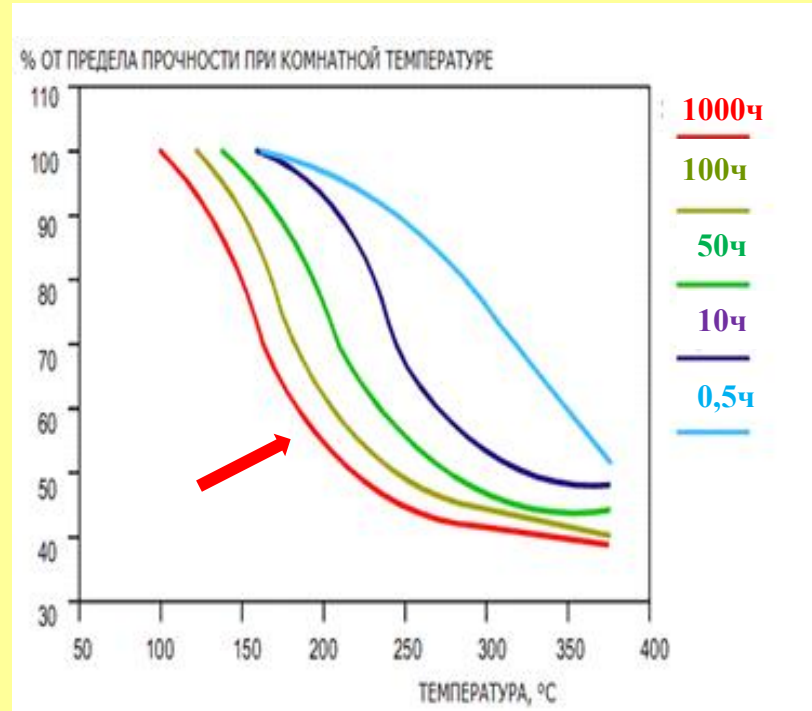
- 1. Какими элементами и с какой целью легируют жаростойкие стали?**
- 2. На какие классы делятся жаростойкие стали по структуре?**
- 3. Привести примеры наиболее распространённых марок жаростойких сталей и указать области их применения.**

15.5. ЖАРОПРОЧНЫЕ СТАЛИ.

К **жаропрочным** относятся стали, которые оказывают сопротивление деформации и разрушению при высоких температурах и длительном нагружении.

При комнатной температуре прочность со временем не изменяется.

При высоких температурах **прочность снижается** тем интенсивнее, чем выше температура и чем больше время нахождения металла при этой температуре.



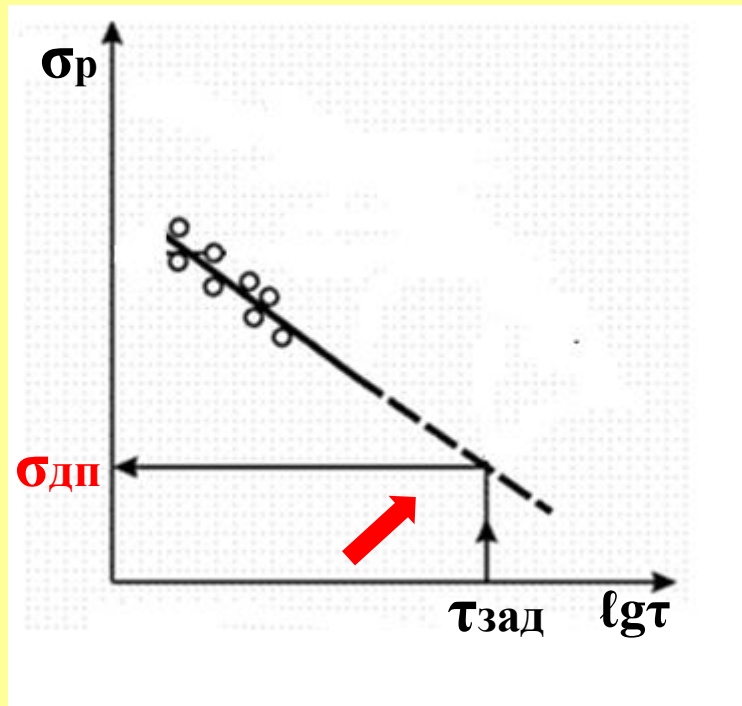
Причины понижения прочности связаны с диффузионными процессами, которые приводят к изменению легированности матрицы сплава, укрупнению карбидных частиц, росту зерна.

Жаропрочность стали зависит от температуры и длительности действия нагрузки при повышенных температурах.

ПРЕДЕЛ ДЛИТЕЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ

Жаропрочность оценивают **пределом длительной прочности**

Бдп - наибольшее напряжение, которое выдерживает материал без разрушения при определённой температуре за данное время.



Длительную прочность обозначают

$$\sigma_{10}^{570} = 105 \text{ МПа.}$$

При температуре 570°C после 10⁵ часов работы сталь выдержит напряжение 105 МПа.

Определение предела длительной прочности:

σ_р – напряжение разрушения;

τ_{зад} – заданный срок службы детали.

Длительную прочность определяют продолжительными испытаниями на растяжение образцов при рабочей температуре детали.

Образцы испытывают под разными напряжениями до разрушения и **строят зависимость $\sigma_p = f(\tau)$.**

Зная заданный срок службы **методом экстраполяции определяют Бдп.**

ПОЛЗУЧЕСТЬ.

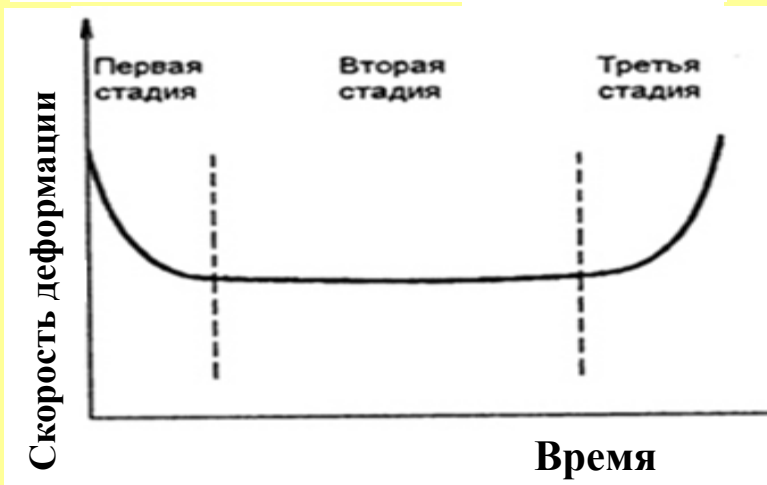
При высокой температуре и длительном воздействии нагрузки в сплавах наблюдается явление **ползучести**.

Ползучесть- деформация изделия при длительной эксплуатации при повышенных температурах и постоянно действующем напряжении (ниже σ_{02}).

Тангенс угла наклона участка 2 к оси абсцисс определяет **скорость ползучести**.



1- стадия неустановившейся ползучести, скорость её уменьшается;
2-установившейся ползучести с постоянной скоростью
3 - ускоренной ползучести с резко возрастающей скоростью и приводящей к разрушению.



Сопротивление ползучести характеризуется **условным пределом ползучести**
 $\sigma^{570}_{1/10000} = 56\text{МПа}$ (деформация 1% за 10000 часов при 570°C) или $\sigma^{570}_{1.10^{-4}} = 56\text{МПа}$
(скорость деформации 10^{-4} % за час при 570°C).

ПРИМЕНЕНИЕ ЖАРОПРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Материалы, используемые для деталей, работающих при разных температурах

Рабочая температура, °С	Материал	Примеры марок	Примеры изделий
350–570	стали перлитного класса	12ХМФ, 15Х1Г1Ф	трубы пароперегревателей, детали цилиндров газовых турбин, роторы, диски
		20Х3МВФ	крепежные детали
570–650	стали мартенситного класса	15Х11МФ 18Х12ВНМФ	лопатки паровых турбин
		40Х9С2, 40Х10С2Г	клапаны
650–900	стали аустенитного класса	40Х14Н14В2Г	клапаны дизелей, лопатки газовых турбин
		10Х11Н20Т3Г	камеры сгорания, детали реактивных двигателей
900–1000	сплавы на основе никеля (нимоники)	ХН77ТЮР ХН55К10Г10ТЮ	детали реактивных двигателей

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

- 1. Какие стали относятся к жаропрочным?**
- 2. Как изменяется прочность металла со временем при высоких температурах? Каковы физические причины этого изменения?**
- 3. Что такое предел длительной прочности? Как его определяют и обозначают?**
- 4. Что такое ползучесть? Какой показатель характеризует сопротивление ползучести и как его обозначают?**
- 5. До какой температуры сохраняют жаропрочность силхромы?**
- 6. Какие материалы используются при температурах выше 900° С?**

Вопросы для самостоятельной работы

- 1. Коррозионностойкие сплавы на железоникелевой и никелевой основе.**
- 2. Криогенные стали.**
- 3. Сплавы с заданным коэффициентом теплового расширения.**
- 4. Электротехнические стали и сплавы.**

Литература

- ✘ 1. Дьяченко С.С. Материаловедение : учебник / С.С. Дьяченко, И.В. Дощечкина, А.А. Мовлян, Э.И. Плешаков.- Харьков: Издательство ХНАДУ, 2010.-464 с. (стр.270–279).
- ✘ 2. Гладкий И.П. Технология конструкционных материалов и материаловедение : учебное пособие / И.П. Гладкий, В.И. Мощенок, В.П. Тарабанова, Н.А. Лалазарова, Д.Б. Глушкова. - Харьков: ХНАДУ, 2011.-460 с.(стр.381-386).





Кафедра технології металів и
матеріалознавства

Доц. Дощечкина Ирина Васильевна

E-mail: div_khadi@ukr.net

Харьков, ул. Петровского, 25, ХНАДУ