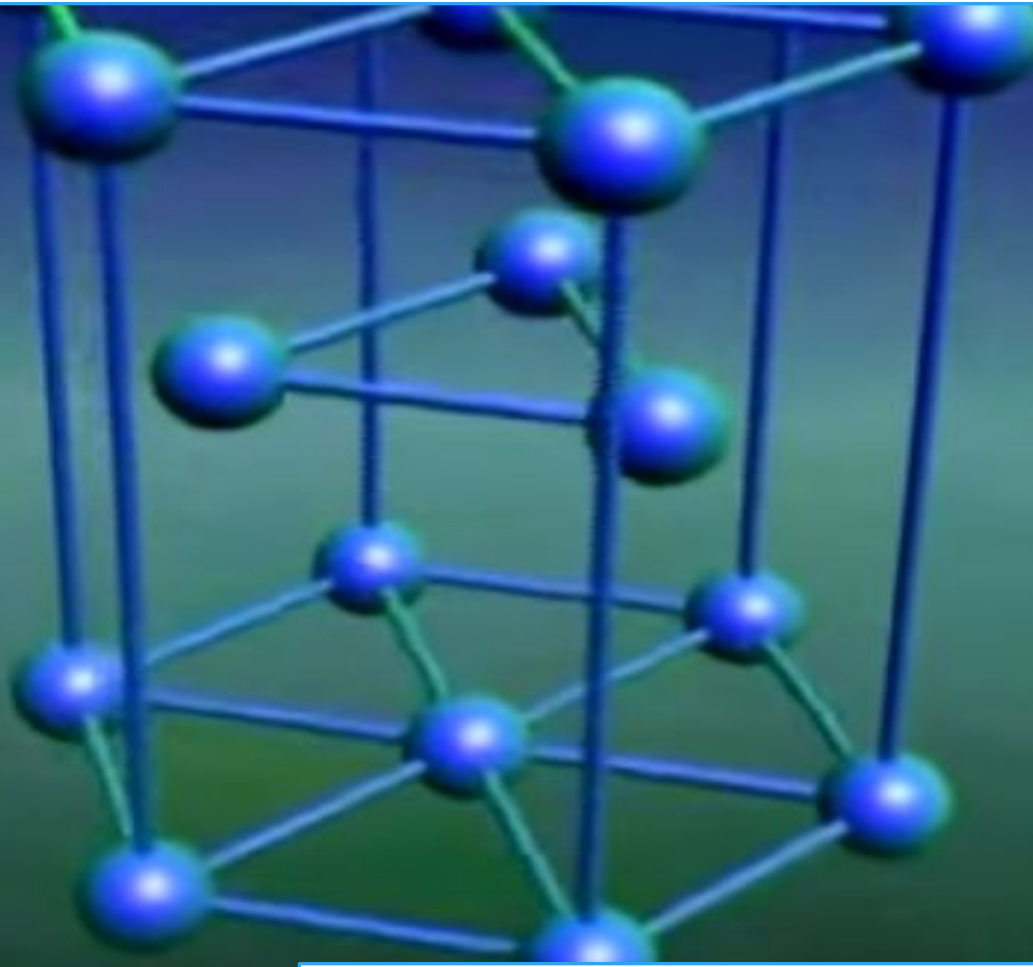


МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ



ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Арзамасов Б.Н. Материаловедение : учебн. для вузов/Б.Н. Арзамасов и др, - М.:Изд-во МГТУ им Н.Э.Баумана. 2005. – 645 с.
2. Биронт В.С. Материаловедение . Конструкционные материалы /В.С. – Красноярск : Поликом. 2003. – 156 с.
- 3.Лахтин Ю.М. Материаловедение : учеб. для вузов / Ю.М. Лахтин. – М.: Машиностроение, 1990. - 527

ВВЕДЕНИЕ

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ — НАУКА О СВЯЗЯХ МЕЖДУ СОСТАВОМ, СТРОЕНИЕМ И СВОЙСТВАМИ МАТЕРИАЛОВ И ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ ИХ ИЗМЕНЕНИЙ ПРИ ВНЕШНИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ.

ВСЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ХИМИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ ДЕЛЯТСЯ НА ДВЕ ОСНОВНЫЕ ГРУППЫ — ***МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ И НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ***. К МЕТАЛЛИЧЕСКИМ МАТЕРИАЛАМ ОТНОСЯТ МЕТАЛЛЫ И ИХ СПЛАВЫ. МЕТАЛЛЫ СОСТАВЛЯЮТ БОЛЕЕ 2/3 ВСЕХ ИЗВЕСТНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ.

В СВОЮ ОЧЕРЕДЬ, **МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ** МАТЕРИАЛЫ ДЕЛЯТ НА ЧЕРНЫЕ И ЦВЕТНЫЕ. К *ЧЕРНЫМ* ОТНОСЯТ ЖЕЛЕЗО И НА ЕГО ОСНОВЕ СПЛАВЫ — СТАЛИ И ЧУГУНЫ.

ВСЕ ОСТАЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ ОТНОСЯТ К *ЦВЕТНЫМ*.

ЧИСТЫЕ МЕТАЛЛЫ ОБЛАДАЮТ НИЗКИМИ МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ПО СРАВНЕНИЮ СО СПЛАВАМИ И ПОЭТОМУ ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ОГРАНИЧИВАЕТСЯ ТЕМИ СЛУЧАЯМИ, КОГДА НЕОБХОДИМО ИСПОЛЬЗОВАТЬ ИХ СПЕЦИАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА (НАПРИМЕР, МАГНИТНЫЕ ИЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ).

УВЕЛИЧЕНИЕ В ХХІ ВЕКЕ ДОЛИ ПЛАСТМАСС, КЕРАМИКИ И КОМПОЗИТОВ СОПРОВОЖДАЕТСЯ СОЗДАНИЕМ КАЧЕСТВЕННО НОВЫХ ВИДОВ МАТЕРИАЛОВ, ЗНАЧИТЕЛЬНО ПРЕВОСХОДЯЩИХ ПО СВОЙСТВАМ МНОГИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ.

УМЕНЬШЕНИЕ ДОЛИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ СОПРОВОЖДАЕТСЯ ТАКЖЕ КАЧЕСТВЕННЫМ ИХ ИЗМЕНЕНИЕМ: ПРАКТИЧЕСКИ ВСЕ НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИМЕЮТ ВЫСОКО-, СВЕРХ- ИЛИ УЛЬТРАВЫСОКИЕ СВОЙСТВА.

В ПРОМЫШЛЕННОСТИ ЗНАЧИТЕЛЬНОЕ МЕСТО ЗАНИМАЮТ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ РАЗЛИЧНЫЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ — ПЛАСТМАССЫ, КЕРАМИКА, РЕЗИНА И ДР.

ЦЕЛИ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

ЦЕЛЬ – ПОЗНАНИЕ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТАВА И ОБРАБОТКИ, МЕТОДОВ ИХ УПРОЧНЕНИЯ ДЛЯ НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТЕХНИКЕ.

СОЗДАНИЕ МАТЕРИАЛОВ С ЗАРАНЕЕ ЗАДААННЫМИ СВОЙСТВАМИ: ВЫСОКАЯ ПРОЧНОСТЬ И ПЛАСТИЧНОСТЬ, ВЫСОКАЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ИЛИ ВЫСОКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ, СПЕЦИАЛЬНЫЕ МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА, СОЧЕТАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СВОЙСТВ В ОДНОМ МАТЕРИАЛЕ (КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ).

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ:

- РАСКРЫТЬ ФИЗИЧЕСКУЮ СУЩНОСТЬ ЯВЛЕНИЙ, ПРОИСХОДЯЩИХ В МАТЕРИАЛАХ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА НИХ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ;
- УСТАНОВИТЬ ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ СОСТАВОМ, СТРОЕНИЕМ И СВОЙСТВАМИ МАТЕРИАЛОВ;
- ИЗУЧИТЬ ТЕОРИЮ И ПРАКТИКУ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ УПРОЧНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ВЫСОКОЙ НАДЁЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ, ИНСТРУМЕНТА И ИЗДЕЛИЙ;
- ИЗУЧИТЬ ОСНОВНЫЕ ГРУППЫ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИХ СВОЙСТВА И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ;
- ДАТЬ ПОНЯТИЯ О СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДАХ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ.

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА (ФТТ) И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ, НАЛИЧИЕ ТЕХ ИЛИ ИНЫХ СВОЙСТВ СПЛАВОВ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ ***ИХ ВНУТРЕННИМ СТРОЕНИЕМ***.

В СВОЮ ОЧЕРЕДЬ, СТРОЕНИЕ СПЛАВА ЗАВИСИТ ОТ ***СОСТАВА И ХАРАКТЕРА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ***.

В РЕЗУЛЬТАТЕ ИЗУЧЕНИЯ ПРЕДМЕТА СТУДЕНТ ДОЛЖЕН УМЕТЬ:

- ПРАВИЛЬНО ВЫБИРАТЬ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ИЗДЕЛИЯ;
- НАЗНАЧАТЬ ЕГО ОБРАБОТКУ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАДАННОЙ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ;
- ОЦЕНИВАТЬ ПОВЕДЕНИЕ МАТЕРИАЛА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА НЕГО РАЗЛИЧНЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ;
- ОПРЕДЕЛЯТЬ ОПЫТНЫМ ПУТЕМ ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ.

ОСНОВНУЮ ЧАСТЬ ВСЕХ МАТЕРИАЛОВ СОСТАВЛЯЮТ **МЕТАЛЛЫ**. В ФИЗИКЕ ДЕЛЕНИЕ НА МЕТАЛЛЫ И НЕМЕТАЛЛЫ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ ПО ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЮ МАТЕРИАЛА.

ВСЕ МЕТАЛЛЫ ДЕЛЯТСЯ НА ДВЕ БОЛЬШИЕ ГРУППЫ: **ЧЕРНЫЕ МЕТАЛЛЫ** И **ЦВЕТНЫЕ** МЕТАЛЛЫ. В СВОЮ ОЧЕРЕДЬ, ЭТИ ДВЕ ГРУППЫ ДЕЛЯТСЯ НА ПОДГРУППЫ.

В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДАВЛЕНИЯ (ДЛЯ МЕТАЛЛОВ В ОСНОВНОМ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ, $p = \text{const}$) ВСЕ ВЕЩЕСТВА МОГУТ НАХОДИТЬСЯ В ЧЕТЫРЁХ АГРЕГАТНЫХ СОСТОЯНИЯХ: ПЛАЗМООБРАЗНОМ, ГАЗООБРАЗНОМ, ЖИДКОМ И ТВЕРДОМ.

ПЛАЗМА – ИОНИЗИРОВАННЫЙ ГАЗ, В КОТОРОМ ОБЪЁМНЫЕ ПЛОТНОСТИ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАРЯДОВ РАВНЫ.

В ГАЗООБРАЗНОМ СОСТОЯНИИ АТОМЫ ПРАКТИЧЕСКИ НЕ СВЯЗАНЫ ДРУГ С ДРУГОМ И ХАОТИЧЕСКИ ПЕРЕМЕЩАЮТСЯ В ПРОСТРАНСТВЕ.

В ЖИДКОМ СОСТОЯНИИ АТОМЫ СЛАБО СВЯЗАНЫ ДРУГ С ДРУГОМ, СУЩЕСТВУЕТ БЛИЖНИЙ ПОРЯДОК, ВЕЩЕСТВО ЗАНИМАЕТ ФОРМУ СОСУДА, ЧАСТИ ЛЕГКО ОТДЕЛИМЫ ДРУГ ОТ ДРУГА.

В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ АТОМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮТ ДРУГ С ДРУГОМ ПО ОПРЕДЕЛЕННОМУ ЗАКОНУ, В СТРУКТУРЕ ИМЕЕТСЯ КАК БЛИЖНИЙ, ТАК И ДАЛЬНИЙ ПОРЯДОК, АТОМЫ ОБРАЗУЮТ КРИСТАЛЛИЧЕСКУЮ РЕШЕТКУ ТОГО ИЛИ ИНОГО ВИДА.

В НАУКЕ СЛОЖИЛИСЬ ДВА ПОДХОДА К ПОНЯТИЮ СВОЙСТВ И ЯВЛЕНИЙ, ПРОИСХОДЯЩИХ В ТВЕРДЫХ ВЕЩЕСТВАХ, В ЧАСТНОСТИ В МЕТАЛЛАХ:

- МАКРОСКОПИЧЕСКИЙ;
- МИКРОСКОПИЧЕСКИЙ.

В МАКРОСКОПИЧЕСКОМ ПОДХОДЕ ХАРАКТЕРНА ТРАКТОВКА ТВЕРДОГО ТЕЛА КАК СПЛОШНОЙ СРЕДЫ БЕЗ ДЕТАЛИЗАЦИИ ЕГО ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ. ПОДХОД ВЗЯТ НА ВООРУЖЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЕМ МАТЕРИАЛОВ И ДРУГИМИ НАУКАМИ.

В МИКРОСКОПИЧЕСКОМ ПОДХОДЕ ОПИСАНИЕ И ОБЪЯСНЕНИЕ СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ ТЕЛ ОСНОВАНО НА ЗАКОНАХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СОСТАВЛЯЮЩИХ ЕГО ЧАСТИЦ, Т.Е. НА АТОМНОМ УРОВНЕ. В ЭТОМ ПОДХОДЕ РЕАЛИЗУЕТСЯ ЦЕПОЧКА: СТРУКТУРА – СВОЙСТВО. МИКРОСКОПИЧЕСКИЙ ПОДХОД НА СЕГОДНЯ ЯВЛЯЕТСЯ ЕДИНСТВЕННЫМ СТРОГО НАУЧНЫМ ПОДХОДОМ К ОПИСАНИЮ НАБЛЮДАЕМЫХ СВОЙСТВ И ЯВЛЕНИЙ В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ.

КАЧЕСТВО МАТЕРИАЛОВ И ЕГО ОЦЕНКА

КАЧЕСТВОМ МАТЕРИАЛА НАЗЫВАЕТСЯ СОВОКУПНОСТЬ ЕГО СВОЙСТВ, УДОВЛЕТВОРЯЮЩИХ ОПРЕДЕЛЕННЫЕ ПОТРЕБНОСТИ В СООТВЕТСТВИИ С НАЗНАЧЕНИЕМ.

УРОВЕНЬ КАЧЕСТВА ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ СООТВЕТСТВУЮЩИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИМИ СОБОЙ КОЛИЧЕСТВЕННУЮ ХАРАКТЕРИСТИКУ ОДНОГО ИЛИ НЕСКОЛЬКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ.

ОНИ ПОДРАЗДЕЛЯЮТСЯ НА ЕДИНИЧНЫЕ И КОМПЛЕКСНЫЕ.

ЕДИНИЧНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА ХАРАКТЕРИЗУЕТСЯ ТОЛЬКО ОДНИМ СВОЙСТВОМ (НАПРИМЕР, ТВЕРДОСТЬ СТАЛИ).

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ХАРАКТЕРИЗУЕТСЯ НЕСКОЛЬКИМИ СВОЙСТВАМИ ПРОДУКЦИИ.

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МОГУТ БЫТЬ САМЫЕ РАЗНООБРАЗНЫЕ:

- ВИЗУАЛЬНЫЙ ОСМОТР,
- ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ.

ПО СТАДИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА РАЗЛИЧАЮТ КОНТРОЛЬ

- ☐ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ,
- ☐ ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ
- ☐ ОКОНЧАТЕЛЬНЫЙ.

ПРИ *ПРЕДВАРИТЕЛЬНОМ* КОНТРОЛЕ ОЦЕНИВАЕТСЯ КАЧЕСТВО ИСХОДНОГО СЫРЬЯ, ПРИ *ПРОМЕЖУТОЧНОМ* — СОБЛЮДЕНИЕ УСТАНОВЛЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА. *ОКОНЧАТЕЛЬНЫЙ* КОНТРОЛЬ ОПРЕДЕЛЯЕТ КАЧЕСТВО ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ, ЕЕ ГОДНОСТЬ И СООТВЕТСТВИЕ СТАНДАРТАМ.

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛОВ

- **Макроанализом** изучают структуру, видимую невооруженным глазом или при небольшом увеличении с помощью лупы. Макроанализ позволяет выявить различные особенности строения и дефекты (трещины, пористость, раковины и др.).

- **Микроанализом** называется изучение структуры с помощью оптического микроскопа при увеличении до 3000 раз. Электронный микроскоп позволяет изучать структуру при увеличении до 25000 раз.

- **Рентгеновским анализом** выявляют внутренние дефекты. Он основан на том, что рентгеновские лучи, проходящие через материал и через дефекты, ослабляются в разной степени. Глубина проникновения рентгеновских лучей в сталь составляет 80 мм.

- **Просвечивание гамма-лучами** также выявляют внутренние дефекты, но они способны проникать на большую глубину (для стали — до 300 мм).

- **Просвечивание радиолучами** (сантиметрового и миллиметрового диапазона) позволяет обнаружить дефекты в поверхностном слое неметаллических материалов, так как проникающая способность радиоволн в металлических материалах невелика.

- **Магнитная дефектоскопия** позволяет выявить дефекты в поверхностном слое (до 2 мм) металлических материалов, обладающих магнитными свойствами и основана на искажении магнитного поля в местах дефектов.

- **Ультразвуковая дефектоскопия** позволяет осуществлять эффективный контроль качества на большой глубине. Она основана на том, что при наличии дефекта интенсивность проходящего через материал ультразвука меняется.

- **Капиллярная дефектоскопия** служит для выявления невидимых глазом тонких трещин. Она использует эффект заполнения этих трещин легко смачивающими материалами жидкостями.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ХАРАКТЕРИЗУЮТ СПОСОБНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ СОПРОТИВЛЯТЬСЯ ДЕЙСТВИЮ ВНЕШНИХ СИЛ.

К ОСНОВНЫМ МЕХАНИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ ОТНОСЯТ:

- **ПРОЧНОСТЬ** — ЭТО СПОСОБНОСТЬ МАТЕРИАЛА СОПРОТИВЛЯТЬСЯ РАЗРУШАЮЩЕМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ ВНЕШНИХ СИЛ.
- **ТВЕРДОСТЬ** — ЭТО СПОСОБНОСТЬ МАТЕРИАЛА СОПРОТИВЛЯТЬСЯ ВНЕДРЕНИЮ В НЕГО ДРУГОГО, БОЛЕЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА ПОД ДЕЙСТВИЕМ НАГРУЗКИ.
- **ВЯЗКОСТЬ** — ЭТО СВОЙСТВО МАТЕРИАЛА СОПРОТИВЛЯТЬСЯ РАЗРУШЕНИЮ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК.
- **УПРУГОСТЬ** — ЭТО СВОЙСТВО МАТЕРИАЛОВ ВОССТАНАВЛИВАТЬ СВОИ РАЗМЕРЫ И ФОРМУ ПОСЛЕ ПРЕКРАЩЕНИЯ ДЕЙСТВИЯ НАГРУЗКИ.
- **ПЛАСТИЧНОСТЬ** — ЭТО СПОСОБНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ ИЗМЕНЯТЬ СВОИ РАЗМЕРЫ И ФОРМУ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВНЕШНИХ СИЛ И ПРИ ЭТОМ НЕ РАЗРУШАТЬСЯ.
- **ХРУПКОСТЬ** — ЭТО СВОЙСТВО МАТЕРИАЛОВ РАЗРУШАТЬСЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВНЕШНИХ СИЛ БЕЗ ОСТАТОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ.

ФИЗИЧЕСКИЕ, ХИМИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ

К ФИЗИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ МАТЕРИАЛОВ ОТНОСИТ:

- ❖ ПЛОТНОСТЬ,
- ❖ ТЕМПЕРАТУРА ПЛАВЛЕНИЯ,
- ❖ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ,
- ❖ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ,
- ❖ МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА,
- ❖ КОЭФФИЦИЕНТ ТЕМПЕРАТУРНОГО РАСШИРЕНИЯ

ПЛОТНОСТЬЮ НАЗЫВАЕТСЯ ОТНОШЕНИЕ МАССЫ ОДНОРОДНОГО МАТЕРИАЛА К ЕДИНИЦЕ ЕГО ОБЪЕМА, ЭТО СВОЙСТВО ВАЖНО ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МАТЕРИАЛОВ В АВИАЦИОННОЙ И РАКЕТНОЙ ТЕХНИКЕ, ГДЕ СОЗДАВАЕМЫЕ КОНСТРУКЦИИ ДОЛЖНЫ БЫТЬ ЛЕГКИМИ И ПРОЧНЫМИ.

ТЕМПЕРАТУРА ПЛАВЛЕНИЯ — ЭТО ТАКАЯ ТЕМПЕРАТУРА, ПРИ КОТОРОЙ МЕТАЛЛ ПЕРЕХОДИТ ИЗ ТВЕРДОГО СОСТОЯНИЯ В ЖИДКОЕ. ЧЕМ НИЖЕ ТЕМПЕРАТУРА ПЛАВЛЕНИЯ МЕТАЛЛА, ТЕМ ЛЕГЧЕ ПРОТЕКАЮТ ПРОЦЕССЫ ЕГО ПЛАВЛЕНИЯ, СВАРКИ И ТЕМ ОНИ ДЕШЕВЛЕ.

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬЮ НАЗЫВАЕТСЯ СПОСОБНОСТЬ МАТЕРИАЛА ХОРОШО И БЕЗ ПОТЕРЬ НА ВЫДЕЛЕНИЕ ТЕПЛА ПРОВОДИТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК. ХОРОШЕЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬЮ ОБЛАДАЮТ МЕТАЛЛЫ И ИХ СПЛАВЫ, ОСОБЕННО МЕДЬ И АЛЮМИНИЙ. БОЛЬШИНСТВО НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НЕ СПОСОБНЫ ПРОВОДИТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК, ЧТО ТАКЖЕ ЯВЛЯЕТСЯ ВАЖНЫМ СВОЙСТВОМ, ИСПОЛЬЗУЕМОМ В ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ.

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ — ЭТО СПОСОБНОСТЬ МАТЕРИАЛА ПЕРЕНОСИТЬ ТЕПЛОТУ ОТ БОЛЕЕ НАГРЕТЫХ ЧАСТЕЙ ТЕЛ К МЕНЕЕ НАГРЕТЫМ. ХОРОШЕЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬЮ ХАРАКТЕРИЗУЮТСЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ.

МАГНИТНЫМИ СВОЙСТВАМИ Т.Е. СПОСОБНОСТЬЮ ХОРОШО НАМАГНИЧИВАТЬСЯ ОБЛАДАЮТ ТОЛЬКО ЖЕЛЕЗО, НИКЕЛЬ, КОБАЛЬТ И ИХ СПЛАВЫ.

КОЭФФИЦИЕНТЫ ЛИНЕЙНОГО И ОБЪЕМНОГО РАСШИРЕНИЯ ХАРАКТЕРИЗУЮТ СПОСОБНОСТЬ МАТЕРИАЛА РАСШИРЯТЬСЯ ПРИ НАГРЕВАНИИ. ЭТО СВОЙСТВО ВАЖНО УЧИТЫВАТЬ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОСТОВ, ПРОКЛАДКЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ И ТРАМВАЙНЫХ ПУТЕЙ И Т.Д.

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛА

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ХАРАКТЕРИЗУЮТ СКЛОННОСТЬ МАТЕРИАЛОВ К ВЗАИМОДЕЙСТВИЮ С РАЗЛИЧНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ И СВЯЗАНЫ СО СПОСОБНОСТЬЮ МАТЕРИАЛОВ ПРОТИВОСТОЯТЬ ВРЕДНОМУ ДЕЙСТВИЮ ЭТИХ ВЕЩЕСТВ. СПОСОБНОСТЬ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ СОПРОТИВЛЯТЬСЯ ДЕЙСТВИЮ РАЗЛИЧНЫХ АГРЕССИВНЫХ СРЕД НАЗЫВАЕТСЯ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТЬЮ, А АНАЛОГИЧНАЯ СПОСОБНОСТЬ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ — ХИМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТЬЮ.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ (СЛУЖЕБНЫЕ) СВОЙСТВА МАТЕРИАЛА

К ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ (СЛУЖЕБНЫМ) СВОЙСТВАМ ОТНОСЯТ:

- **ЖАРОСТОЙКОСТЬ** ХАРАКТЕРИЗУЕТ СПОСОБНОСТЬ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА СОПРОТИВЛЯТЬСЯ ОКИСЛЕНИЮ В ГАЗОВОЙ СРЕДЕ ПРИ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ.
- **ЖАРОПРОЧНОСТЬ** ХАРАКТЕРИЗУЕТ СПОСОБНОСТЬ МАТЕРИАЛА СОХРАНЯТЬ МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРИ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ.
- **ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ** — ЭТО СПОСОБНОСТЬ МАТЕРИАЛА СОПРОТИВЛЯТЬСЯ РАЗРУШЕНИЮ ЕГО ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ПРИ ТРЕНИИ.
- **РАДИАЦИОННАЯ СТОЙКОСТЬ** ХАРАКТЕРИЗУЕТ СПОСОБНОСТЬ МАТЕРИАЛА СОПРОТИВЛЯТЬСЯ ДЕЙСТВИЮ ЯДЕРНОГО ОБЛУЧЕНИЯ.

СТРОЕНИЕ МЕТАЛЛОВ

- В ТЕХНИКЕ ПОД МЕТАЛЛАМИ ПОНИМАЮТ ВЕЩЕСТВА, ОБЛАДАЮЩИЕ КОМПЛЕКСОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СВОЙСТВ: ХАРАКТЕРНЫМ МЕТАЛЛИЧЕСКИМ БЛЕСКОМ, ВЫСОКОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬЮ, ХОРОШЕЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬЮ, ВЫСОКОЙ ПЛАСТИЧНОСТЬЮ.

КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ РЕШЕТКИ

ВСЕ ВЕЩЕСТВА В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ МОГУТ ИМЕТЬ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЕ ИЛИ АМОРФНОЕ СТРОЕНИЕ. В АМОРФНОМ ВЕЩЕСТВЕ АТОМЫ РАСПОЛОЖЕНЫ ХАОТИЧНО, А В КРИСТАЛЛИЧЕСКОМ — В СТРОГО ОПРЕДЕЛЕННОМ ПОРЯДКЕ. ВСЕ МЕТАЛЛЫ В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ ИМЕЮТ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ.

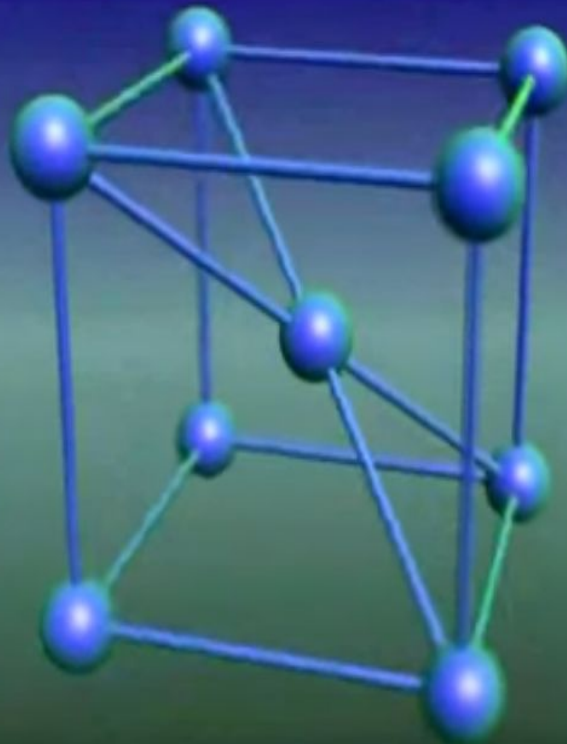
КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ РЕШЕТКА – ЭТО ВООБРАЖАЕМАЯ ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СЕТКА, В УЗЛАХ КОТОРОЙ РАСПОЛОЖЕНЫ АТОМЫ. НАИМЕНЬШАЯ ЧАСТЬ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ, ОПРЕДЕЛЯЮЩАЯ СТРУКТУРУ МЕТАЛЛА, НАЗЫВАЕТСЯ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ЯЧЕЙКОЙ.

ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ В МЕТАЛЛАХ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ **НАЗЫВАЕТСЯ КРИСТАЛЛИЗАЦИЕЙ.**

РЕАЛЬНЫЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ КРИСТАЛЛ ВСЕГДА ИМЕЕТ ДЕФЕКТЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ. ОНИ ПОДРАЗДЕЛЯЮТСЯ НА ТОЧЕЧНЫЕ, ЛИНЕЙНЫЕ И ПОВЕРХНОСТНЫЕ.

ОБЪЕМНО-ЦЕНТРИРОВАННЫЙ КУБ

Опыты по химии. Модели кристаллических решеток



▶ 🔊 0:54 / 2:30

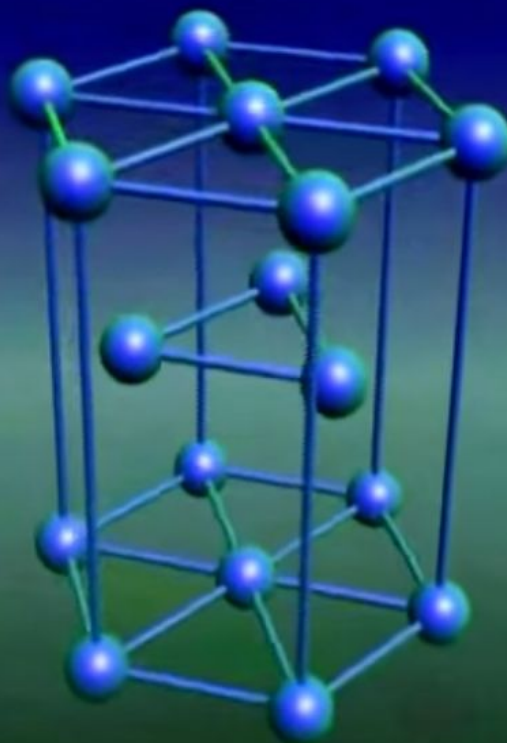
☰ ⚙ YouTube ⌵

ГРАНЕЦЕНТРИТОВАННЫЙ КУБ



ГЕКСОГОНАЛЬНАЯ РЕШЕТКА

Опыты по химии. Модели кристаллических решеток



2:23 / 2:30



YouTube



НАКЛЕП И РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИЯ

ПРИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ИЗМЕНЯЕТСЯ НЕ ТОЛЬКО ФОРМА И РАЗМЕРЫ МЕТАЛЛА, НО ТАКЖЕ ЕГО ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА. ЗЕРНА РАЗВОРАЧИВАЮТСЯ, ДЕФОРМИРУЮТСЯ И СПЛЮЩИВАЮТСЯ, ВЫТЯГИВАЯСЬ В НАПРАВЛЕНИИ ДЕФОРМАЦИИ. ОБРАЗУЕТСЯ ВОЛОКНИСТАЯ СТРУКТУРА. ПРИ ЭТОМ ПРОЧНОСТЬ И ТВЕРДОСТЬ МЕТАЛЛА ПОВЫШАЮТСЯ, А ПЛАСТИЧНОСТЬ И ВЯЗКОСТЬ СНИЖАЮТСЯ.

ЯВЛЕНИЕ УПРОЧНЕНИЯ МЕТАЛЛА ПРИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ НАЗЫВАЕТСЯ НАКЛЕПОМ.

ВОЛОКНИСТОЕ СТРОЕНИЕ И НАКЛЕП МОГУТ БЫТЬ УСТРАНЕНЫ ПРИ НАГРЕВЕ МЕТАЛЛА. ЧАСТИЧНОЕ СНЯТИЕ НАКЛЕПА ПРОИСХОДИТ УЖЕ ПРИ НЕБОЛЬШОМ НАГРЕВЕ (ДО 300...400 °С ДЛЯ ЖЕЛЕЗА). НО ВОЛОКНИСТАЯ СТРУКТУРА ПРИ ЭТОМ СОХРАНЯЕТСЯ. ПРИ НАГРЕВЕ ДО БОЛЕЕ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ В МЕТАЛЛЕ ПРОИСХОДИТ ОБРАЗОВАНИЕ НОВЫХ РАВНООСНЫХ ЗЕРЕН. ЭТОТ ПРОЦЕСС НАЗЫВАЕТСЯ РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИЕЙ. НАКЛЕП ПРИ ЭТОМ СНИМАЕТСЯ ПОЛНОСТЬЮ.

ТЕМПЕРАТУРА, ПРИ КОТОРОЙ НАЧИНАЕТСЯ ПРОЦЕСС РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ НАЗЫВАЕТСЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ. АБСОЛЮТНАЯ ТЕМПЕРАТУРА РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ T_p СВЯЗАНА С АБСОЛЮТНОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ ПЛАВЛЕНИЯ ПРОСТОЙ ЗАВИСИМОСТЬЮ:

$$T_p = A \cdot T_{пл},$$

ГДЕ A — КОЭФФИЦИЕНТ, ЗАВИСЯЩИЙ ОТ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛА. ДЛЯ ОСОБО ЧИСТЫХ МЕТАЛЛОВ $A = 0,2$, ДЛЯ МЕТАЛЛОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЧИСТОТЫ $A = 0,3...0,4$, ДЛЯ СПЛАВОВ $A = 0,5...0,6$.

ЕСЛИ ДЕФОРМИРОВАНИЕ МЕТАЛЛА ПРОИСХОДИТ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ, КОТОРАЯ ВЫШЕ ТЕМПЕРАТУРЫ РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ, ТО НАКЛЕП ПОСЛЕ ДЕФОРМАЦИИ НЕ ВОЗНИКАЕТ. ТАКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ НАЗЫВАЕТСЯ ГОРЯЧЕЙ. ПРИ ГОРЯЧЕЙ ДЕФОРМАЦИИ ИДУТ ОДНОВРЕМЕННО ПРОЦЕССЫ УПРОЧНЕНИЯ И РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ. ДЕФОРМАЦИЯ, КОТОРАЯ ПРОИСХОДИТ НИЖЕ ТЕМПЕРАТУРЫ РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ НАЗЫВАЕТСЯ ХОЛОДНОЙ

ДИАГРАММА ЖЕЛЕЗО - УГЛЕРОД

Техническое железо, стали и чугуны относятся к сплавам железа с углеродом. Фазовые состояния железоуглеродистых сплавов в зависимости от состава и температуры описываются диаграммой стабильного Fe – C.

Компонентом системы железо-цементит является чистое железо. При температуре ниже 911 градусов – решетка ОЦК. Эта температура является критической точкой (A₃), при которой происходит полиморфное превращение альфа в гамма железо.

Вторым компонентом в системе является цементит.

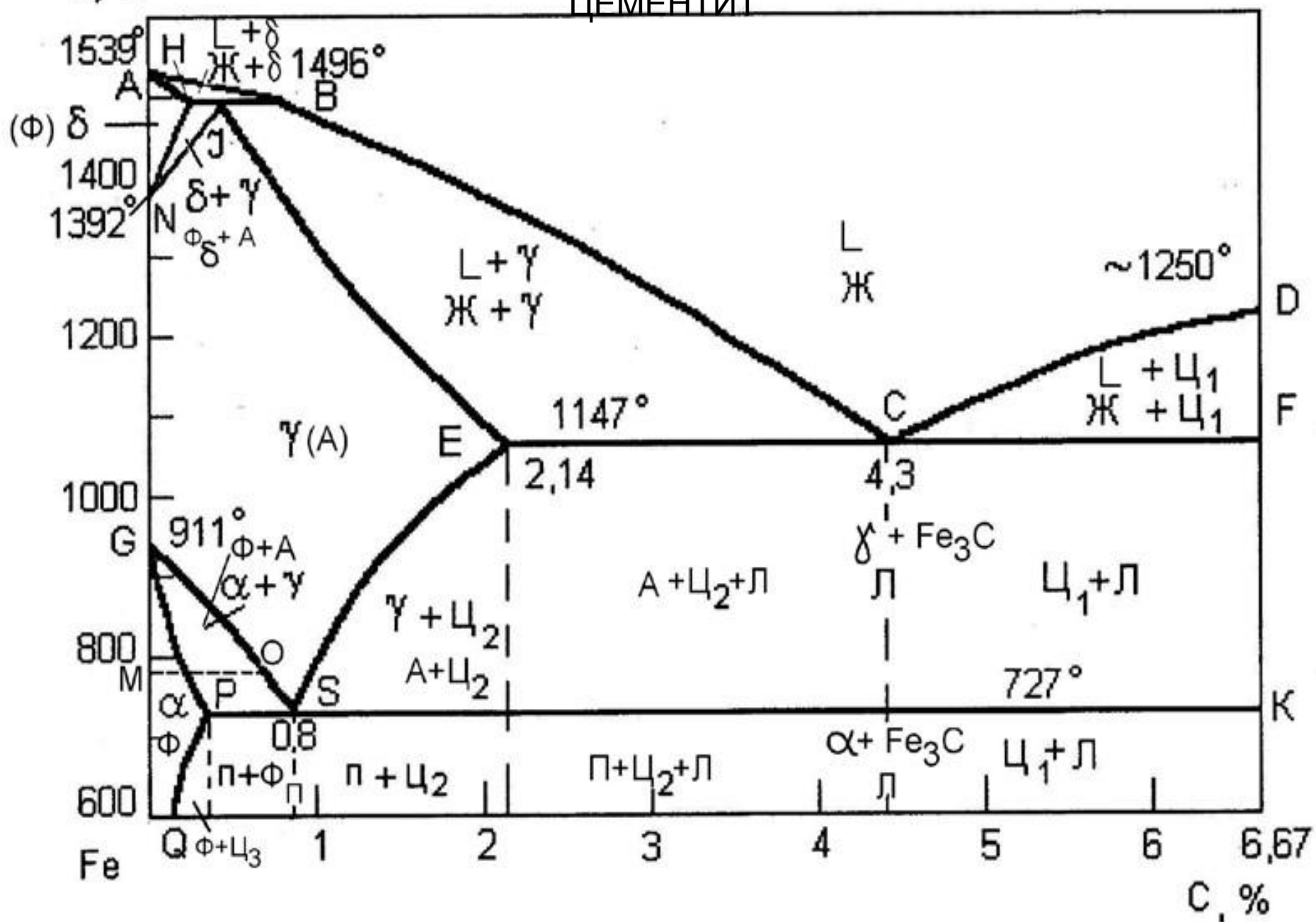
Φ_A 

ДИАГРАММА СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫХ СПЛАВОВ

ДИАГРАММА СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫХ СПЛАВОВ ДАЕТ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О СТРОЕНИИ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ СПЛАВОВ — СТАЛЕЙ И ЧУГУНОВ.

С УГЛЕРОДОМ ЖЕЛЕЗО ОБРАЗУЕТ ХИМИЧЕСКОЕ СОЕДИНЕНИЕ И ТВЕРДЫЕ РАСТВОРЫ.

- **ЦЕМЕНТИТ** — ЭТО ХИМИЧЕСКОЕ СОЕДИНЕНИЕ ЖЕЛЕЗА С УГЛЕРОДОМ (КАРБИД ЖЕЛЕЗА) Fe_3C . В НЕМ СОДЕРЖИТСЯ 6,67 % УГЛЕРОДА (ПО МАССЕ). ИМЕЕТ СЛОЖНУЮ РОМБИЧЕСКУЮ КРИСТАЛЛИЧЕСКУЮ РЕШЕТКУ. ХАРАКТЕРИЗУЕТСЯ ОЧЕНЬ ВЫСОКОЙ ТВЕРДОСТЬЮ (HV 800), КРАЙНЕ НИЗКОЙ ПЛАСТИЧНОСТЬЮ И ХРУПКОСТЬЮ.
- **ФЕРРИТ** НАЗЫВАЕТСЯ ТВЕРДЫЙ РАСТВОР УГЛЕРОДА В α - ЖЕЛЕЗЕ. СОДЕРЖАНИЕ УГЛЕРОДА В ФЕРРИТЕ ОЧЕНЬ НЕВЕЛИКО — МАКСИМАЛЬНОЕ 0,02% ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ 727 °С. БЛАГОДАРЯ СТОЛЬ МАЛОМУ СОДЕРЖАНИЮ УГЛЕРОДА СВОЙСТВА ФЕРРИТА СОВПАДАЮТ СО СВОЙСТВАМИ ЖЕЛЕЗА (НИЗКАЯ ТВЕРДОСТЬ И ВЫСОКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ). ТВЕРДЫЙ РАСТВОР УГЛЕРОДА В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ МОДИФИКАЦИИ Fe_Δ (Т. Е. В Fe_Δ) ЧАСТО НАЗЫВАЮТ Δ - ФЕРРИТОМ ИЛИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫМ ФЕРРИТОМ.
- **АУСТЕНИТ** — ЭТО ТВЕРДЫЙ РАСТВОР УГЛЕРОДА В γ - ЖЕЛЕЗЕ. МАКСИМАЛЬНОЕ СОДЕРЖАНИЕ УГЛЕРОДА В АУСТЕНИТЕ СОСТАВЛЯЕТ 2,14 % (ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ 1147 °С). ИМЕЕТ ТВЕРДОСТЬ HV 220.
- **ПЕРЛИТ** — ЭТО МЕХАНИЧЕСКАЯ СМЕСЬ ФЕРРИТА С ЦЕМЕНТИТОМ. СОДЕРЖИТ 0,8% УГЛЕРОДА, ОБРАЗУЕТСЯ ИЗ АУСТЕНИТА ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ 727°С. ИМЕЕТ ПЛАСТИНЧАТОЕ СТРОЕНИЕ, Т.Е. ЕГО ЗЕРНА СОСТОЯТ ИЗ ЧЕРЕДУЮЩИХСЯ ПЛАСТИНОК ФЕРРИТА И ЦЕМЕНТИТА. ПЕРЛИТ ЯВЛЯЕТСЯ ЭВТЕКТОИДОМ. ЭВТЕКТОИД— ЭТО МЕХАНИЧЕСКАЯ СМЕСЬ ДВУХ ФАЗ, ОБРАЗУЮЩАЯСЯ ИЗ ТВЕРДОГО РАСТВОРА (А НЕ ИЗ ЖИДКОГО СПЛАВА, КАК ЭВТЕКТИКА).
- **ЛЕДЕБУРИТ** ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ ЭВТЕКТИЧЕСКУЮ СМЕСЬ АУСТЕНИТА С ЦЕМЕНТИТОМ. СОДЕРЖИТ 4,3 % УГЛЕРОДА, ОБРАЗУЕТСЯ ИЗ ЖИДКОГО СПЛАВА ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ 1147 °С. ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ 727 ° С АУСТЕНИТ, ВХОДЯЩИЙ В СОСТАВ ЛЕДЕБУРИТА ПРЕВРАЩАЕТСЯ В ПЕРЛИТ И НИЖЕ ЭТОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЛЕДЕБУРИТ ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ МЕХАНИЧЕСКУЮ СМЕСЬ ПЕРЛИТА С ЦЕМЕНТИТОМ.

СТАЛИ

□ КОНСТРУКЦИОННЫЕ СТАЛИ

КОНСТРУКЦИОННЫЕ СТАЛИ ИДУТ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН, КОНСТРУКЦИЙ И СООРУЖЕНИЙ. **КАЧЕСТВЕННЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ УГЛЕРОДИСТЫЕ СТАЛИ**

- **КАЧЕСТВЕННЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ УГЛЕРОДИСТЫЕ СТАЛИ**
- **КАЧЕСТВЕННЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ ЛЕГИРОВАННЫЕ СТАЛИ**

□ **СТРОИТЕЛЬНЫЕ СТАЛИ** СОДЕРЖАТ МАЛЫЕ КОЛИЧЕСТВА УГЛЕРОДА (0,1...0,3%).

□ **ЦЕМЕНТУЕМЫЕ СТАЛИ** СОДЕРЖАТ 0,1...0,3 % УГЛЕРОДА.

□ **УЛУЧШАЕМЫЕ СТАЛИ** СОДЕРЖАТ 0,3...0,5 % УГЛЕРОДА И НЕБОЛЬШОЕ КОЛИЧЕСТВО ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ (ДО 3...5 %).

□ **ВЫСОКОПРОЧНЫЕ СТАЛИ** ПРАКТИЧЕСКИ БЕЗУГЛЕРОДИСТЫЕ (ДО 0,03 % С) СПЛАВЫ ЖЕЛЕЗА С НИКЕЛЕМ (17...26 % NI), ДОПОЛНИТЕЛЬНО ЛЕГИРОВАННЫЕ ТИТАНОМ, АЛЮМИНИЕМ, МОЛИБДЕНОМ, НИОБИЕМ И КОБАЛЬТОМ.

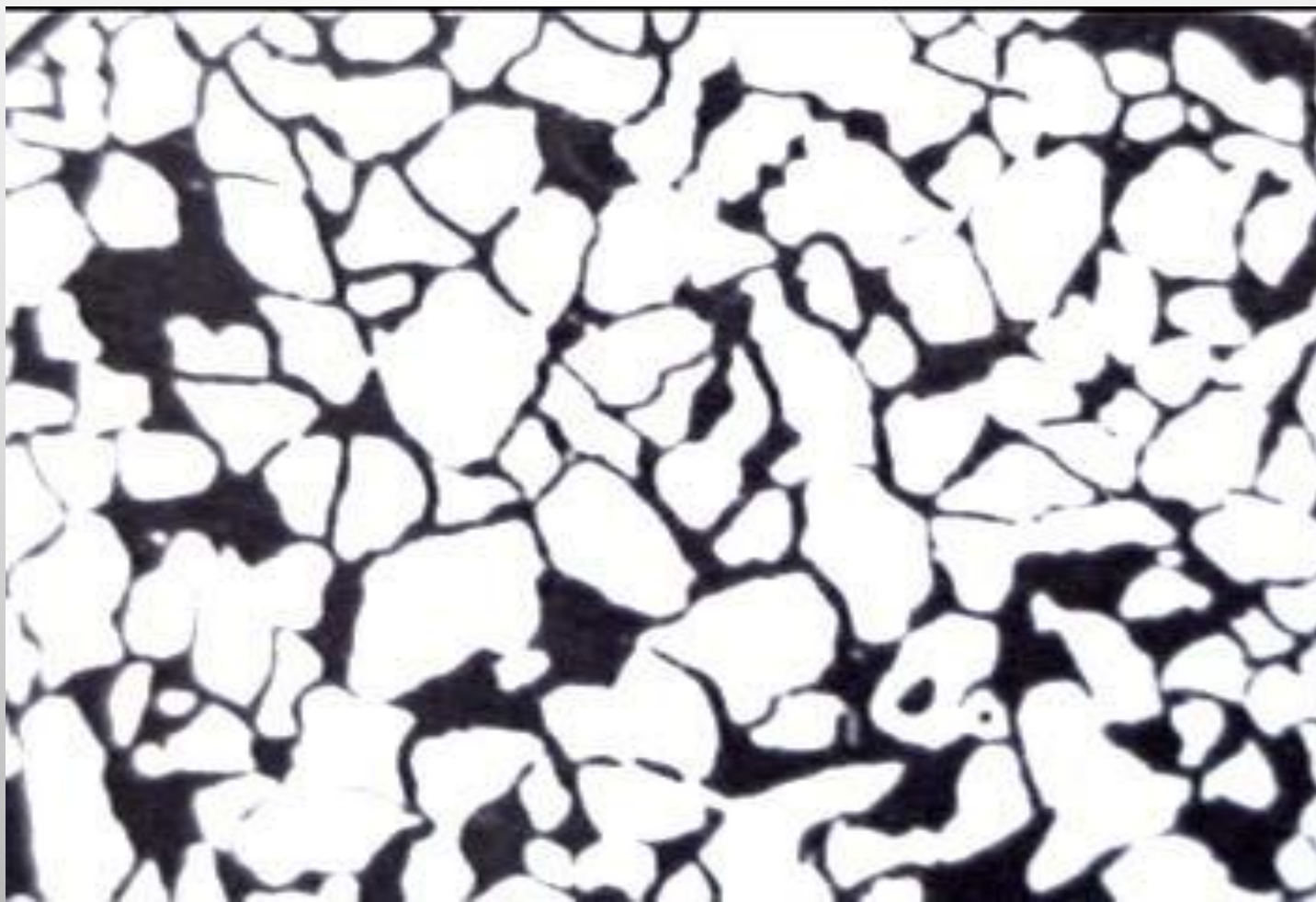
□ **ПРУЖИННЫЕ СТАЛИ** — ВЫСОКИЙ ПРЕДЕЛ УПРУГОСТИ σ_y ХОРОШИЕ УПРУГИЕ СВОЙСТВА СТАЛИ ДОСТИГАЮТСЯ ПРИ ПОВЫШЕННОМ СОДЕРЖАНИИ УГЛЕРОДА (0,5...0,7 %) И ПРИМЕНЕНИИ ТЕРМООБРАБОТКИ, СОСТОЯЩЕЙ ИЗ ЗАКАЛКИ И СРЕДНЕГО ОТПУСКА ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ 350...450 °С. ПОСЛЕ ТАКОЙ ТЕРМООБРАБОТКИ СТАЛЬ ИМЕЕТ ТРОСТИТНУЮ СТРУКТУРУ.

□ **ИЗНОСОСТОЙКИЕ СТАЛИ** СПОСОБНЫ СОПРОТИВЛЯТЬСЯ ПРОЦЕССУ ИЗНАШИВАНИЯ.

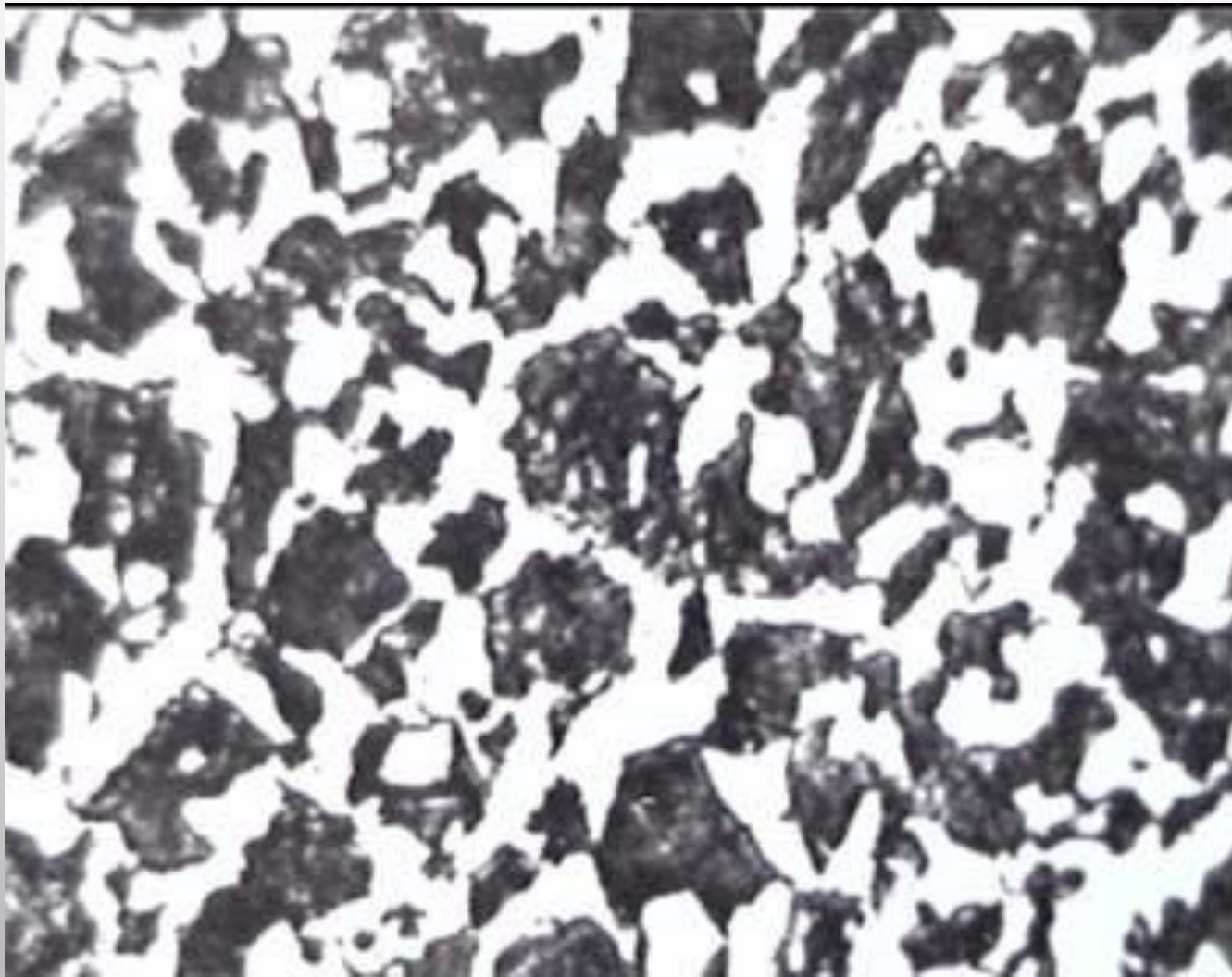
□ **СТАЛИ СО СПЕЦИАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ**

□ **ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СТАЛИ** (УГЛЕРОДИСТЫЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СТАЛИ, **НИЗКОЛЕГИРОВАННЫЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СТАЛИ, БЫСТРОРЕЖУЩИЕ СТАЛИ,** МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ ТВЕРДЫЕ СПЛАВЫ)

МИКРОСТРУКТУРА ДОЭВТЕКТОИДНОЙ СТАЛИ ПРИ
СОДЕРЖАНИИ УГЛЕРОДА, %: 0,15;



МИКРОСТРУКТУРА ДОЭВТЕКТОИДНОЙ СТАЛИ ПРИ
СОДЕРЖАНИИ УГЛЕРОДА, %: 0,5;



ЧУГУНЫ

ЧУГУН – ЭТО МНОГОКОМПОНЕНТНЫЙ СПЛАВ ЖЕЛЕЗА С УГЛЕРОДОМ, ГДЕ УГЛЕРОДА СОДЕРЖИТСЯ БОЛЕЕ 2,14%

ЧУГУН ИМЕЕТ ХОРОШИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ЯВЛЯЕТСЯ ОТНОСИТЕЛЬНО ДЕШЕВЫМ МАТЕРИАЛОМ.

В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТОЯНИЯ УГЛЕРОДА В СПЛАВЕ ЧУГУН ПОДРАЗДЕЛЯЮТ НА:

- **СЕРЫЙ ЧУГУН**, В КОТОРОМ УГЛЕРОД В БОЛЬШЕЙ СТЕПЕНИ НАХОДИТСЯ В СВОБОДНОМ СОСТОЯНИИ В ФОРМЕ **ПЛАСТИНЧАТОГО ГРАФИТА**.
- **КОВКИЙ ЧУГУН**, В КОТОРОМ ПОЧТИ ВЕСЬ УГЛЕРОД НАХОДИТСЯ В СВОБОДНОМ СОСТОЯНИИ В **ХЛОПЬЕВИДНОЙ** ФОРМЕ.
- **ВЫСОКОПРОЧНЫЙ ЧУГУН**, В КОТОРОМ УГЛЕРОД В ЗНАЧИТЕЛЬНОЙ СТЕПЕНИ НАХОДИТСЯ В СВОБОДНОМ СОСТОЯНИИ В ФОРМЕ **ШАРОВИДНОГО ГРАФИТА**.
- **ЧУГУН С ВЕРМИКУЛЯРНЫМ ГРАФИТОМ**, В КОТОРОМ ИМЕЮЩИЙСЯ В СТРУКТУРЕ ГРАФИТ «ЧЕРВЕОБРАЗНОЙ» (ВЕРМИКУЛЯРНОЙ) ФОРМЫ И ШАРОВОЙ ГРАФИТ (ДО 40%).
- **БЕЛЫЙ ЧУГУН**, В КОТОРОМ ВЕСЬ УГЛЕРОД НАХОДИТСЯ В ВИДЕ **ЦЕМЕНТИТА** (КАРБИД ЖЕЛЕЗА).

ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ, КРОМЕ ЧУГУНОВ И СТАЛЕЙ, ИСПОЛЬЗУЮТ ТАКИЕ ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ, КАК:

- **АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ**, КОТОРЫЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ ИСПОЛЬЗУЮТ БЛАГОДАРЯ НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ, ВЫСОКОЙ УДЕЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ, ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ.
- **МЕДНЫЕ СТАВЫ**, ИЗ КОТОРЫЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК ИСПОЛЬЗУЮТ ТРИ ОСНОВНЫЕ ГРУППЫ: БРОНЗЫ ОЛОВЯННЫЕ , БРОНЗЫ БЕЗОЛОВЯННЫЕ И ЛАТУНИ.
- **МАГНИЕВЫЕ СПЛАВЫ**, ИЗ КОТОРЫХ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК ПРИМЕНЯЮТ ТРИ ГРУППЫ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ МАГНИЯ.
- **ТИТАНОВЫЕ СПЛАВЫ**, КОТОРЫЕ ОБЛАДАЮТ ВЫСОКОЙ ПРОЧНОСТЬЮ ПРИ МАЛОЙ ПЛОТНОСТИ, ОТЛИЧАЮТСЯ ВЫСОКОЙ ХИМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТЬЮ,
- **ЦИНКОВЫЕ СПЛАВЫ**, КОТОРЫЕ ИМЕЮТ ХОРОШУЮ ЖИДКОТЕКУЧЕСТЬ, ПОЭТОМУ МОЖНО ПОЛУЧАТЬ СТЕНКИ ИЗДЕЛИЯ ТОЛЩИНОЙ 0,5 ММ.
- **АНТИФРИКЦИОННЫЕ ЦИНКОВЫЕ СПЛАВЫ** , КОТОРЫЕ ОБЛАДАЮТ ВЫСОКИМИ МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ И ИСПОЛЬЗУЮТ КАК ДЕШЕВЫЕ ЗАМЕНИТЕЛИ ОЛОВЯННЫХ БРОНЗ.

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТАЛИ

ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ НАЗЫВАЕТСЯ СОВОКУПНОСТЬ ОПЕРАЦИЙ НАГРЕВА, ВЫДЕРЖКИ И ОХЛАЖДЕНИЯ ТВЕРДЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАДАНЫХ СВОЙСТВ ЗА СЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ И СТРУКТУРЫ.

РАЗЛИЧАЮТ СЛЕДУЮЩИЕ ВИДЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ:

- ✓ ОТЖИГ,
- ✓ НОРМАЛИЗАЦИЯ,
- ✓ ОТПУСК,
- ✓ УЛУЧШЕНИЕ.

ОТЖИГ СТАЛИ

ОТЖИГОМ СТАЛИ НАЗЫВАЕТСЯ ВИД ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ, ЗАКЛЮЧАЮЩИЙСЯ В ЕЕ НАГРЕВЕ ДО ОПРЕДЕЛЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ, ВЫДЕРЖКЕ ПРИ ЭТОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ И МЕДЛЕННОМ ОХЛАЖДЕНИИ.

ЦЕЛЬ ОТЖИГА — СНИЖЕНИЕ ТВЕРДОСТИ И УЛУЧШЕНИЕ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ СТАЛИ, ИЗМЕНЕНИЕ ФОРМЫ И ВЕЛИЧИНЫ ЗЕРНА, ВЫРАВНИВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА, СНЯТИЕ ВНУТРЕННИХ НАПРЯЖЕНИЙ.

НОРМАЛИЗАЦИЯ СТАЛИ

НОРМАЛИЗАЦИЯ СОСТОИТ ИЗ НАГРЕВА СТАЛИ НА 30...50 °С ВЫШЕ ЛИНИИ *GSE* ДИАГРАММЫ ЖЕЛЕЗО-УГЛЕРОД, ВЫДЕРЖКИ ПРИ ЭТОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ И ПОСЛЕДУЮЩЕГО ОХЛАЖДЕНИЯ НА ВОЗДУХЕ.

БОЛЕЕ БЫСТРОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ ПО СРАВНЕНИЮ С ОБЫЧНЫМ ОТЖИГОМ **ПРИВОДИТ К БОЛЕЕ МЕЛКОЗЕРНИСТОЙ СТРУКТУРЕ**. НОРМАЛИЗАЦИЯ — БОЛЕЕ ДЕШЕВАЯ ТЕРМИЧЕСКАЯ ОПЕРАЦИЯ, ЧЕМ ОТЖИГ, ТАК КАК ПЕЧИ ИСПОЛЬЗУЮТ ТОЛЬКО ДЛЯ НАГРЕВА И ВЫДЕРЖКИ.

ЗАКАЛКА СТАЛИ

ЗАКАЛКА — ЭТО ВИД ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ, СОСТОЯЩИЙ В НАГРЕВЕ СТАЛИ ДО ОПРЕДЕЛЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ, ВЫДЕРЖКЕ И ПОСЛЕДУЮЩЕМ БЫСТРОМ ОХЛАЖДЕНИИ.

В РЕЗУЛЬТАТЕ ЗАКАЛКИ ПОВЫШАЕТСЯ ТВЕРДОСТЬ И ПРОЧНОСТЬ, НО СНИЖАЕТСЯ ВЯЗКОСТЬ И ПЛАСТИЧНОСТЬ. СПОСОБНОСТЬ СТАЛИ ЗАКАЛИВАТЬСЯ НА МАРТЕНСИТ НАЗЫВАЕТСЯ ЗАКАЛИВАЕМОСТЬЮ.

ЗАКАЛКА ХАРАКТЕРИЗУЕТСЯ ЗНАЧЕНИЕМ ТВЕРДОСТИ, ПРИОБРЕТАЕМОЙ СТАЛЬЮ ПОСЛЕ ЗАКАЛКИ И ЗАВИСИТ ОТ СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕРОДА. СТАЛИ С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ УГЛЕРОДА (ДО 0,3 %) ПРАКТИЧЕСКИ НЕ ЗАКАЛИВАЮТСЯ И ЗАКАЛКА ДЛЯ НИХ НЕ ПРИМЕНЯЕТСЯ

ОТПУСК СТАЛИ

ОТПУСК СТАЛИ — ЭТО ВИД ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ, СЛЕДУЮЩИЙ ЗА ЗАКАЛКОЙ И ЗАКЛЮЧАЮЩИЙСЯ В НАГРЕВЕ СТАЛИ ДО ОПРЕДЕЛЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ (НИЖЕ ЛИНИИ P_{SK}), ВЫДЕРЖКЕ И ОХЛАЖДЕНИИ.

ЦЕЛЬ ОТПУСКА — ПОЛУЧЕНИЕ БОЛЕЕ РАВНОВЕСНОЙ ПО СРАВНЕНИЮ С МАРТЕНСИТОМ СТРУКТУРЫ, СНЯТИЕ ВНУТРЕННИХ НАПРЯЖЕНИЙ, ПОВЫШЕНИЕ ВЯЗКОСТИ И ПЛАСТИЧНОСТИ.

ПРОКАЛИВАЕМОСТЬ

ПРОКАЛИВАЕМОСТЬЮ НАЗЫВАЕТСЯ ГЛУБИНА ПРОНИКНОВЕНИЯ ЗАКАЛЕННОЙ ЗОНЫ.

ОТСУТСТВИЕ СКВОЗНОЙ ПРОКАЛИВАЕМОСТИ ОБЪЯСНЯЕТСЯ ТЕМ, ЧТО ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ СЕРДЦЕВИНА ОСТЫВАЕТ МЕДЛЕННЕЕ, ЧЕМ ПОВЕРХНОСТЬ.

ПРОКАЛИВАЕМОСТЬ ХАРАКТЕРИЗУЕТ КРИТИЧЕСКИЙ ДИАМЕТР $D_{кр}$, Т. Е. МАКСИМАЛЬНЫЙ ДИАМЕТР ДЕТАЛИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО СЕЧЕНИЯ, КОТОРАЯ ПРОКАЛИВАЕТСЯ НАСКВОЗЬ В ДАННОМ ОХЛАДИТЕЛЕ.

ПОВЕРХНОСТНОЕ УПРОЧНЕНИЕ СТАЛИ

- **ПОВЕРХНОСТНАЯ ЗАКАЛКА** СОСТОИТ В НАГРЕВЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ДО АУСТЕНИТНОГО СОСТОЯНИЯ И БЫСТРОГО ОХЛАЖДЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЙ ТВЕРДОСТИ И ПРОЧНОСТИ В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ В СОЧЕТАНИИ С ВЯЗКОЙ СЕРДЦЕВИНОЙ. СУЩЕСТВУЮТ РАЗЛИЧНЫЕ СПОСОБЫ НАГРЕВА ПОВЕРХНОСТИ ПОД ЗАКАЛКУ — В РАСПЛАВЛЕННЫХ МЕТАЛЛАХ ИЛИ СОЛЯХ, ПЛАМЕНЕМ ГАЗОВОЙ ГОРЕЛКИ, ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ, ТОКОМ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ. ПОСЛЕДНИЙ СПОСОБ ПОЛУЧИЛ НАИБОЛЬШЕЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТАЛИ

ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА — ЭТО ПРОЦЕСС ИЗМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА, СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ЗА СЧЕТ НАСЫЩЕНИЯ ЕЕ РАЗЛИЧНЫМИ ХИМИЧЕСКИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ.

ПРИ ЭТОМ ДОСТИГАЕТСЯ ЗНАЧИТЕЛЬНОЕ ПОВЫШЕНИЕ ТВЕРДОСТИ И ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ПРИ СОХРАНЕНИИ ВЯЗКОЙ СЕРДЦЕВИНЫ.

К ВИДАМ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ОТНОСЯТ:

- ЦЕМЕНТАЦИЮ,
- АЗОТИРОВАНИЕ,
- ЦИАНИРОВАНИЕ,
- ПОВЕРХНОСТНОЕ УПРОЧНЕНИЕ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ.

ЦЕМЕНТАЦИЯ — ЭТО ПРОЦЕСС НАСЫЩЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ УГЛЕРОДОМ. ЦЕМЕНТАЦИЯ ПРОИЗВОДИТСЯ ПУТЕМ НАГРЕВА СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ПРИ 880...950 °С В УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩЕЙ СРЕДЕ, НАЗЫВАЕМОЙ КАРБЮРИЗАТОРОМ. РАЗЛИЧАЮТ ДВА ОСНОВНЫХ ВИДА ЦЕМЕНТАЦИИ — ГАЗОВУЮ И ТВЕРДУЮ.

АЗОТИРОВАНИЕМ НАЗЫВАЕТСЯ ПРОЦЕСС НАСЫЩЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛИ АЗОТОМ. ПРИ ЭТОМ ПОВЫШАЮТСЯ НЕ ТОЛЬКО ТВЕРДОСТЬ И ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ, НО И КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ. ПРОВОДИТСЯ АЗОТИРОВАНИЕ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ 500...600 °С В СРЕДЕ АММИАКА NH_3 В ТЕЧЕНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ВРЕМЕНИ (ДО 60 Ч.).

ЦИАНИРОВАНИЕ (НИТРОЦЕМЕНТАЦИЯ) — ЭТО ПРОЦЕСС ОДНОВРЕМЕННОГО НАСЫЩЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛИ УГЛЕРОДОМ И АЗОТОМ. ПРОВОДИТСЯ ЦИАНИРОВАНИЕ В РАСПЛАВАХ ЦИАНИСТЫХ СОЛЕЙ NaCN ИЛИ KCN ИЛИ В ГАЗОВОЙ СРЕДЕ, СОДЕРЖАЩЕЙ СМЕСЬ МЕТАНА CH_4 И АММИАКА NH_3 . РАЗЛИЧАЮТ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЕ И ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЕ ЦИАНИРОВАНИЕ.

ПОВЕРХНОСТНОЕ УПРОЧНЕНИЕ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ ОСНОВАНО НА СПОСОБНОСТИ СТАЛИ К НАКЛЕПУ ПРИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

ЭКОНОМИЧЕСКИ ОБОСНОВАННЫЙ ВЫБОР МАТЕРИАЛА

ВЫБОР МАТЕРИАЛА ДЛЯ ЛЮБОГО ИЗДЕЛИЯ ЯВЛЯЕТСЯ ОТВЕТСТВЕННОЙ ЗАДАЧЕЙ. ОН ТРЕБУЕТ УЧИТЫВАТЬ РЯД КРИТЕРИЕВ.

ТЕХНИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЯЮТСЯ УСЛОВИЯМИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИЗДЕЛИЯ. ОНИ ОПРЕДЕЛЯЮТ КОМПЛЕКС МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ: ПРОЧНОСТЬ, УПРУГОСТЬ, ТВЕРДОСТЬ, ПЛАСТИЧНОСТЬ, ВЯЗКОСТЬ, А В РЯДЕ СЛУЧАЕВ И ТРЕБОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ СВОЙСТВ: (КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ, ЖАРОСТОЙКОСТЬ, ЖАРОПРОЧНОСТЬ, ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ, РАДИОЦИОННАЯ СТОЙКОСТЬ И ДР.) УКАЗАННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ НАКЛАДЫВАЮТ ОГРАНИЧЕНИЯ НА ВЫБОР МАТЕРИАЛА.

ЕСЛИ ТРЕБОВАНИЯ ЯВЛЯЮТСЯ ЖЕСТКИМИ, ТО ВЫБОР ОГРАНИЧИВАЕТСЯ УЗКОЙ ГРУППОЙ МАТЕРИАЛОВ.

ПРИ МЕНЬШЕЙ ЖЕСТКОСТИ - СТАНОВИТСЯ БОЛЕЕ ШИРОКИМ.

В ЛЮБОМ СЛУЧАЕ ВЫБОР МАТЕРИАЛА ЗАВИСИТ ОТ ЭКОНОМИЧНОСТИ РАССМОТРЕННЫХ ВАРИАНТОВ. ИСХОДНЫМИ ДАННЫМИ ДЛЯ ЭТОГО СЛУЖАТ ЦЕНЫ МАТЕРИАЛОВ. ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ДЕШЕВОГО МАТЕРИАЛА ДАЛЕКО НЕ ВСЕГДА БУДЕТ ОПТИМАЛЬНЫМ

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ МОЖНО ПОЛУЧИТЬ ЗА СЧЕТ

1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БОЛЕЕ ПРОЧНОГО МАТЕРИАЛА. ЭТО ДАЕТ ВОЗМОЖНОСТЬ УМЕНЬШИТЬ РАЗМЕРЫ ИЗДЕЛИЯ, Т. Е. ПОЗВОЛЯЕТ СНИЗИТЬ РАСХОД МАТЕРИАЛА НА ЕДИНИЦУ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ. УМЕНЬШЕНИЕ РАЗМЕРОВ ТАКЖЕ ВЫБОР МАТЕРИАЛА ДЛЯ ЛЮБОГО ИЗДЕЛИЯ ЯВЛЯЕТСЯ ОТВЕТСТВЕННОЙ ЗАДАЧЕЙ. ОН ТРЕБУЕТ УЧИТЫВАТЬ РЯД КРИТЕРИЕВ. ТЕХНИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЯЮТСЯ УСЛОВИЯМИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИЗДЕЛИЯ. ОНИ ОПРЕДЕЛЯЮТ КОМПЛЕКС МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ: ПРОЧНОСТЬ, УПРУГОСТЬ, ТВЕРДОСТЬ, ПЛАСТИЧНОСТЬ, ВЯЗКОСТЬ, А В РЯДЕ СЛУЧАЕВ И ТРЕБОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ СВОЙСТВ: (КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ, ЖАРОСТОЙКОСТЬ, ЖАРОПРОЧНОСТЬ, ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ, РАДИОЦИОННАЯ СТОЙКОСТЬ И ДР. СПОСОБСТВУЕТ СНИЖЕНИЮ ЗАТРАТ НА ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ. КРОМЕ ТОГО, ПОЯВЛЯЕТСЯ ВОЗМОЖНОСТЬ ПОВЫСИТЬ МОЩНОСТЬ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ, ИЗГОТОВЛЕННОГО ИЗ БОЛЕЕ ПРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ.

2. ПРИМЕНЕНИЕ БОЛЕЕ ТЕХНОЛОГИЧНОГО МАТЕРИАЛА, ПОЗВОЛЯЮЩЕГО ПРИМЕНЯТЬ БОЛЕЕ ЭКОНОМИЧНЫЕ МЕТОДЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ. ПРИ ЭТОМ ЭКОНОМИЯ МОЖЕТ БЫТЬ ПОЛУЧЕНА КАК НЕПОСРЕДСТВЕННО ЗА СЧЕТ СНИЖЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ, ТАК И ЗА СЧЕТ СНИЖЕНИЯ РАСХОДА МАТЕРИАЛА БЛАГОДАРЯ УМЕНЬШЕНИЮ ОТХОДОВ И БРАКА.

3. ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕРИАЛА С БОЛЕЕ ДЛИТЕЛЬНЫМ СРОКОМ СЛУЖБЫ, ЧТО ПРИВОДИТ К ПОВЫШЕНИЮ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ГОТОВОГО ИЗДЕЛИЯ.

4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ, СПОСОБНЫХ РАБОТАТЬ В БОЛЕЕ ТЯЖЕЛЫХ УСЛОВИЯХ (ПРИ БОЛЕЕ ВЫСОКИХ НАГРУЗКАХ, БОЛЕЕ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ, В БОЛЕЕ АГРЕССИВНОЙ СРЕДЕ). ПРИМЕНЕНИЕ ТАКИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ПОЗВОЛЯЕТ ИЗМЕНИТЬ РАБОЧИЕ ПАРАМЕТРЫ МАШИН (НАПРИМЕР, ПОВЫСИТЬ ДАВЛЕНИЕ ИЛИ ТЕМПЕРАТУРУ), ЧТО ПРИВОДИТ К ПОВЫШЕНИЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И, СООТВЕТСТВЕННО, СНИЖЕНИЮ СЕБЕСТОИМОСТИ ЕДИНИЦЫ РАБОТЫ ИЛИ ПРОДУКЦИИ.