



## Тема: ОБЩИЕ ВОПРОСЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ



# ОБЩИЕ ВОПРОСЫ НК

**КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ** – совокупность свойств продукции, обуславливающих её пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с её назначением

Существуют 14 групп показателей качества продукции

## Группа технологических показателей качества продукции:

- механические (прочность, пластичность, твердость, долговечность);
- форма, размеры
- шероховатость ;
- химический состав; - структурные;
- несплошности

Всякое отклонение показателя от установленных в документации пределов есть **дефект**

**Дефект** – каждое отдельное несоответствие любых показателей качества продукции установленным техническим требованиям



# ОБЩИЕ ВОПРОСЫ НК

**НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ** – контроль, при котором не должна быть нарушена пригодность объекта контроля к дальнейшему применению по своему назначению

## *КЛАССИФИКАЦИЯ:*

### **1. ПО ВИДАМ:**

акустический; магнитный; вихретоковый; оптический; тепловой; электрический; радиационный; радиоволновой; проникающими веществами

### **2. ПО ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ:**

- ручной, механизированный и автоматизированный

### **3. В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕСТА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ**

- входной, операционный, приемочный

### **4. В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОБЪЕМОВ ПРОВЕРКИ**

- сплошной и выборочный

### **5. В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА ОРГАНИЗАЦИИ**

- скользящий, стационарный, летучий, инспекционный



# ОБЩИЕ ВОПРОСЫ НК

## МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И НАЗНАЧЕНИЯ:

1. **Дефектоскопия** - выявление дефектов типа нарушения сплошности материала изделий
2. **Структуроскопия** - оценка структуры, физико-химических свойств, механических свойств материала изделий
3. **Толщинометрия** - контроль геометрических параметров изделий

## ПРЕИМУЩЕСТВА НК ПЕРЕД РАЗРУШАЮЩИМ КОНТРОЛЕМ:

1. Возможность проведения сплошного контроля всей партии изделий
2. Неразрушающие испытания, как правило, менее трудоемки, более производительны и легче поддаются автоматизации

### ЦЕЛЬ НК:

Снижение и недопущение аварийности

### ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ НК:

1. Выявить дефект
2. Автоматизация процесса
3. Повышение достоверности

### СИСТЕМА НК:

1. Аппаратная часть
2. Методическая часть
3. Человеческий фактор

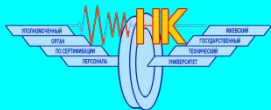


# ОБЩИЕ ВОПРОСЫ НК

Метода НК классифицируются по следующим классификационным признакам:

1. По характеру взаимодействия физических полей или излучений с контролируемым объектом
2. По первичным информативным параметрам
3. По способу получения первичной информации

Вид контроля	По характеру взаимодействия физических полей с контролируемым объектом	По первичному информативному параметру	По способу получения первичной информации
<b>Магнитный</b> - основан на анализе взаимодействия магнитного поля с контролируемым объектом	Магнитный	Коэрцитивной силы	Индукционный
		Намагниченности Остаточной индукции Магнитной проницаемости Напряженности Эффекта Баркгаузена	Феррозондовый Магнитографический Пондеромоторный Магниторезисторный
<b>Электрический</b> – характеризующийся величиной электрического поля взаимодействия с объектом	Электрический	Электростатический	Электростатический порошковый
	Трибоэлектрический Термоэлектрический	Электроемкостный	Элеетропараметрический Элеетроискровой Рекомбинационного излучения Экзоэлектронной эмиссии Шумовой Контактной разности потенциалов
<b>Вихретоковый</b> - вид регистрирующий взаимодействие электромагнитных показателей, возникающих за счет вихревых токов.	Прошедшего излучения	Амплитудный	Трансформаторный Параметрический
	Отраженного излучения	Фазовый Частотный Спектральный Многочастотный	
<b>Радиоволновой</b> – вид, регистрирующий взаимодействие радиоволн с объектом	Прошедшего излучения	Амплитудный	Детекторный (диодный)
	Отраженного излучения Рассеянного излучения	Фазовый Частотный Временной Поляризации Гометрический	Болометрический Термисторный Интерференционный Голографический Жидких кристаллов Термобумаг Термолюминофоров Фотоуправляемых полупроводниковых пластин Капериметрический



# ОБЩИЕ ВОПРОСЫ НК

Вид контроля	По характеру взаимодействия физических полей с контролируемым объектом	По первичному информативному параметру	По способу получения первичной информации
<b>Тепловой</b> - вид НК, регистрирующий изменения температурных полей, вызванных дефектами	Тепловой контактный	Термометрический	Пирометрический
	Конвективный Собственного излучения	Теплометрический	Жидких кристаллов Термокрасок Термобумаг Термолюминофоров Термозависимых параметров Оптический Интерференционный Калориметрический
<b>Оптический</b> - вид НК, регистрирующий изменения оптического излучения на дефектах	Прошедшего излучения Отраженного излучения Рассеянного излучения Индукцированного излучения	Амплитудный Фазовый Частотный Временной Поляризационный Геометрический Спектральный	Интерференционный Нефелометрический Голографический Рефрактометрический Рефлексометрический Визуально-оптический
<b>Радиационный</b> - вид, основанный на регистрации и анализе проникающего излучения после взаимодействия с объектом	Прошедшего излучения Рассеянного излучения Активационного анализа Характеристического излучения Автоэмиссионный	Плотности потока энергии Спектральный	Сцинтилляционный Ионизационный Вторичных электронов Радиографический Радиоскопический
<b>Акустический</b> - вид, основанный на регистрации параметров упругих волн, возбуждаемых в контролируемом объекте	Прошедшего излучения	Амплитудный	Пьезоэлектрический
	Отраженного излучения (эхо-метод) Резонансный Импедансный Свободных колебаний Акустико-эмиссионный	Фазовый Временной Частотный Спектральный	Электромагнитно-акустический Микрофонный Порошковый
<b>Проникающими веществами</b> - вид, основанный на проникновении веществ в полости дефектов контролируемого объекта	Недиффузионное проникновение тестового вещества сквозь неплотности преграды	Масспектрометрический	Непрерывный пробоотбор
		Адсорбционный	



# ОБЩИЕ ВОПРОСЫ НК

## II. НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ

**При выборе метода неразрушающего контроля конкретных деталей необходимо учитывать следующие основные факторы:**

1. Чувствительность метода контроля
2. Тип и расположение несплошности
3. Условия работы деталей
4. Контролепригодность изделия
5. Контроледоступность изделия

**Контроледоступность ОК характеризуется:**

отсутствием конструктивных или других пространственных ограничителей, препятствующих проведению неразрушающего контроля данным методом в необходимом объеме

**Контролепригодность ОК характеризуется**

совокупностью физико-химических свойств объектов, позволяющих осуществить его проверку данным методом неразрушающего контроля

**К неразрушающему контролю предъявляют следующие требования:**

1. Возможность контроля на разных стадиях изготовления, в эксплуатации и при ремонте изделий
2. Согласованность времени контроля с временем работы другого технологического оборудования
3. Достоверность и воспроизводимость результатов контроля



## Тема: КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ





# КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ

## ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕФЕКТОВ

**ДЕФЕКТ** – КАЖДОЕ ОТДЕЛЬНОЕ НЕСООТВЕТСТВИЕ ЛЮБЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ УСТАНОВЛЕННЫМ ТЕХНИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

### 1. Технологическая характеристика дефекта (тип дефекта или код)

- местоположение по сечению; причины возникновения

#### ПРИМЕР ТИПОВ ДЕФЕКТА:

**ДЕФЕКТ:** 30Г. Горизонтальное расслоение головки рельса из-за наличия скоплений неметаллических включений

**КОД:** 30Г.1 – в стыке  
30Г.2 – вне стыка

#### ПРИМЕРЫ ТИПОВ ДЕФЕКТОВ

#### ПО КЛАССИФИКАТОРУ К ЖА 2005 04

Код	Наименование дефекта
205	Трещина / излом боковины (рамы)
209	Трещина прилива (опоры) для колпака скользящего
217	Трещина / излом надрессорной балки
304	Трещина в корпусе автосцепки
340	Трещина тягового хомута

### 2. Эксплуатационная характеристика (вид дефекта)

степень опасности:

- а) критический (не допускается в эксплуатацию);
- б) значительный (влияет на долговечность);
- в) малозначительный (не влияет на долговечность).

# КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ

## ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕФЕКТОВ

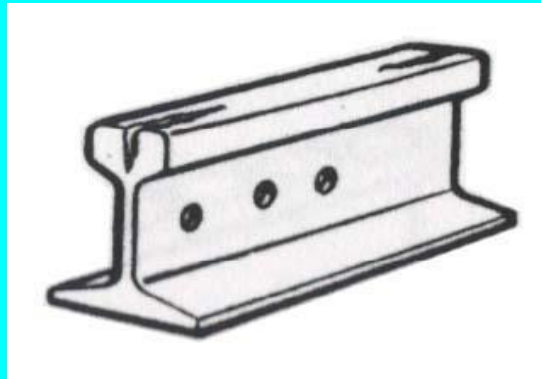
**3. Дефектоскопическая характеристика** – главная измеряемая характеристика (эквивалентная площадь дефекта; амплитуда эхо-сигнала; длина валика порошка; напряженность поля намагничивания и др.)

**Явными** называются дефекты, для которых имеются технологические инструкции и средства для выявления.

**Скрытыми** являются дефекты, для которых нет указаний в инструкциях

ПРИМЕР:

Дефект 30В – вертикальное расслоение головки рельса из-за остатков усадочных раковин



подповерхностное вертикальное расслоение выявляется ЗТМ, но если 30В находится ровно по середине сечения, то он не будет обнаружен, будет являться **скрытым**

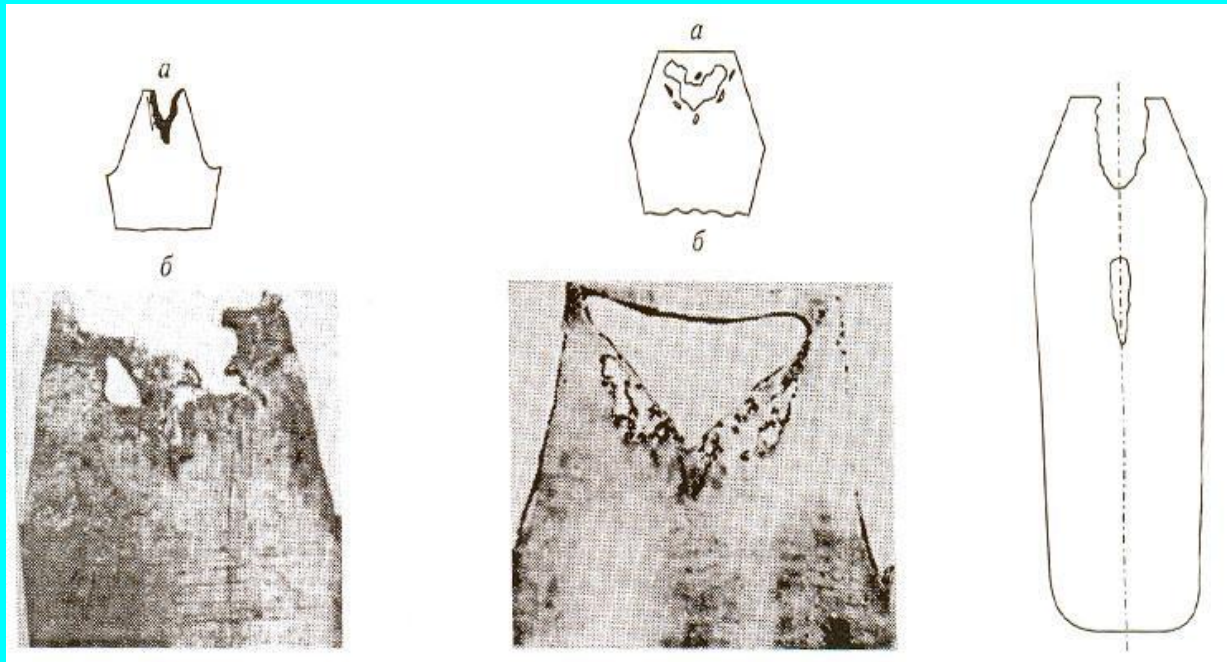
Выявленные дефекты могут быть **устранимыми** и **не устранимыми**

ПРИМЕР: **устранимый** дефект – ползуны, выщербины поверхности катания колеса, устраняются обточкой; **не устранимый** - флокены

## I. ДЕФЕКТЫ ЛИТЬЯ

### 1. УСАДОЧНАЯ РАКОВИНА

Нарушение сплошности металла в виде открытой или закрытой полости с грубой шероховатостью, появляющаяся вследствие усадки при затвердевании



**Вид НК: АК;  
дефект  
неисправимый**

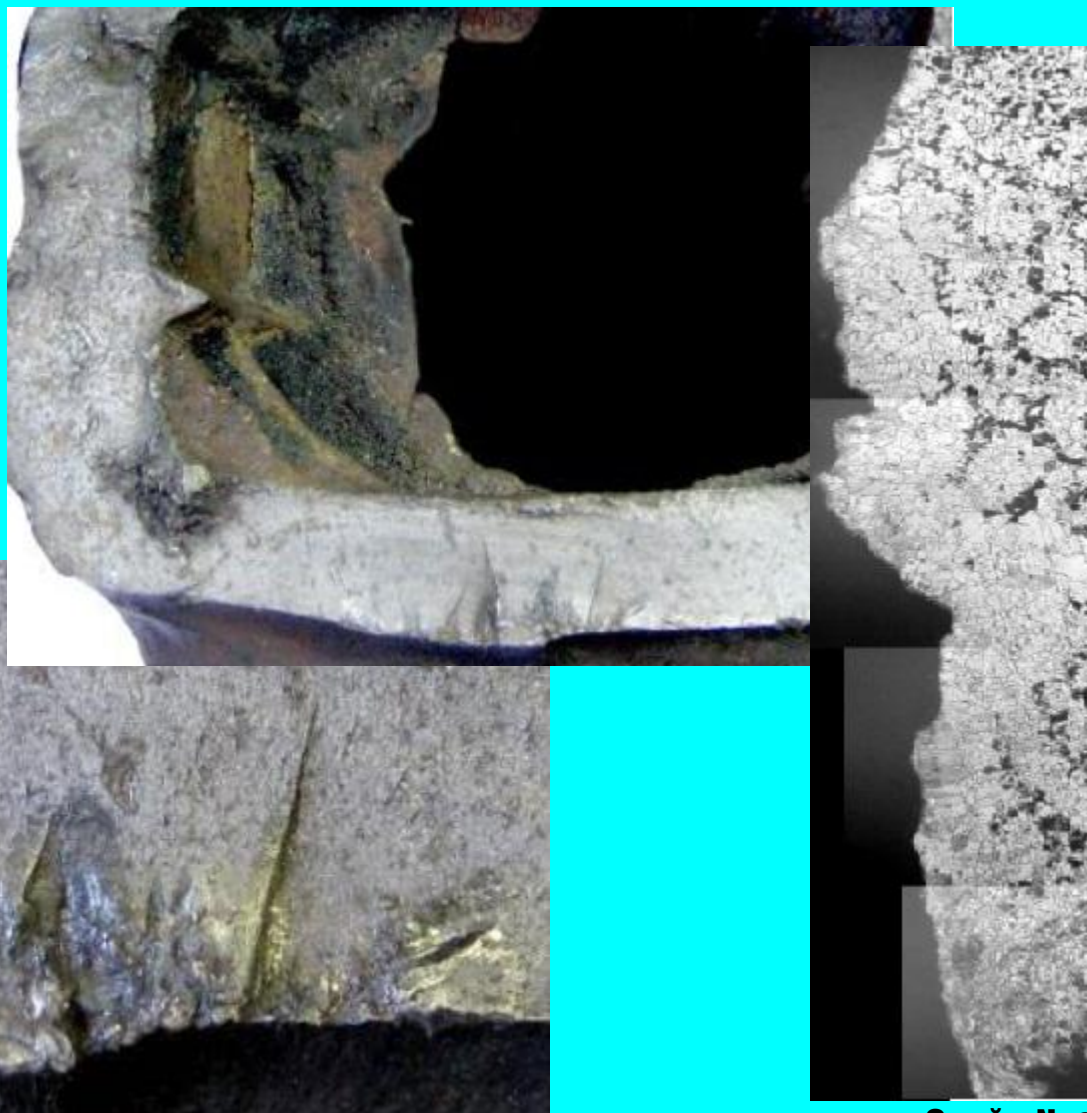
Открытая усадочная раковина

Закрытая усадочная раковина

Вторичная усадочная раковина

# КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ

## I. ДЕФЕКТЫ ЛИТЬЯ



# КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ

## I. ДЕФЕКТЫ ЛИТЯ

09.03.10 боковая рама № 13702  
изготовленной в 03.2007 г.  
на ОАО «НПК «Уралвагонзавод»



# КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ

## I. ДЕФЕКТЫ ЛИТЬЯ

### 2. РЫХЛОТА

Скопление мелких усадочных раковин



## I. ДЕФЕКТЫ ЛИТЬЯ

**3. ГАЗОВАЯ РАКОВИНА** - Полость, образованная газом, выделившимся из металла



*Незаварившийся при обработке давлением газовый пузырь*



**Метод: АК    дефект неустранимый**

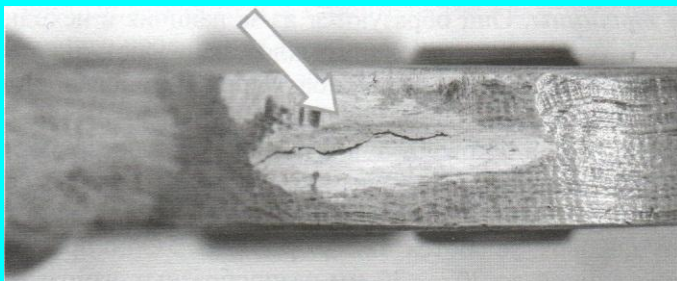
## I. ДЕФЕКТЫ ЛИТЬЯ

### 5. ТЕРМИЧЕСКИЕ ТРЕЩИНЫ

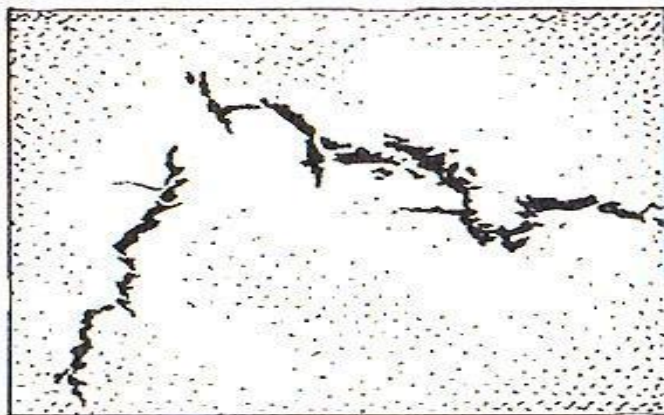
#### 5.1. ГОРЯЧАЯ ТРЕЩИНА

Разрыв тела отливки в интервале температур затвердевания (~ 1500°C), имеет темную внутреннюю поверхность

Вид НК: АК; дефект неустранимый



*Горячая трещина*



#### 5.2. ХОЛОДНАЯ ТРЕЩИНА

Разрыв тела затвердевшей отливки под влиянием внутренних напряжений в металле; имеет светлую внутреннюю поверхность

Вид НК: АК; дефект неустранимый

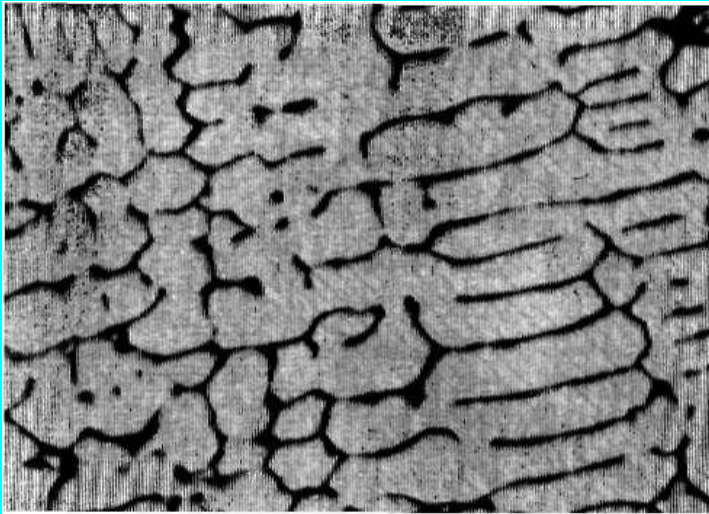


## I. ДЕФЕКТЫ ЛИТЬЯ

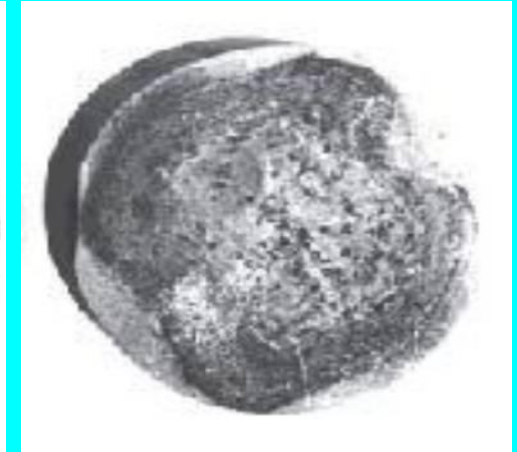
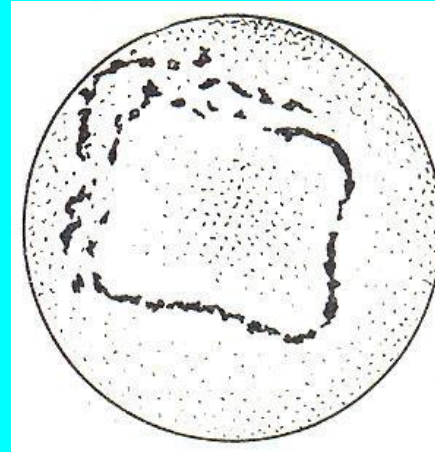
### 6. ЛИКВАЦИЯ

Неоднородность сплава по его химическому составу.

**X/A; дефект неустранимый**



Дендритная ликвация



*Ликвационный квадрат*

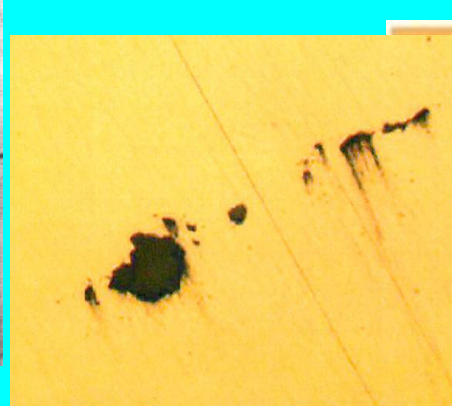
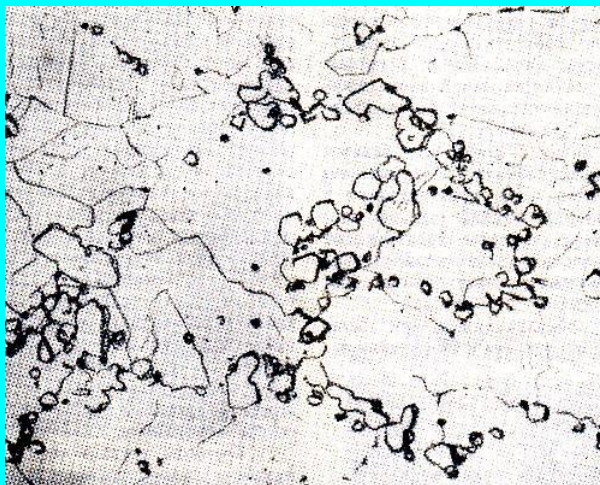
Может приводить к образованию поверхностных и подповерхностных дефектов

## I. ДЕФЕКТЫ ЛИТЬЯ

### 7. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ВКЛЮЧЕНИЯ

Частицы, попавшие в металл извне (шлак, графит, песок) или образовавшиеся в результате химических процессов (окислы, сульфиды, силикаты, нитриды)

**Вид НК: АК; дефект неустранимый**



## II. ДЕФЕКТЫ КОВКИ И ПРОКАТА

### 1. ВОЛОСОВИНЫ

Нитевидные неровности в металле, образовавшиеся при деформации неметаллических включений при прокате



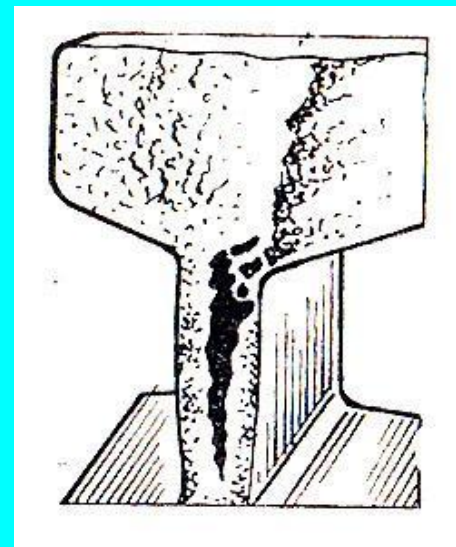
**Вид НК: АК,ВТК,МК,ВИК; дефект устраним**

### 2. РАССЛОЕНИЯ

Вытянутые, плоские нарушения сплошности металла различной величины.

(Причины - трансформация дефектов литья – усадочных раковин, газовых пузырей, грубых неметаллические включения).

**Вид НК: АК,ВТК,МК,ВИК; дефект устраним**



*Расслоение в шейке рельса  
(только УЗК)*

## II. ДЕФЕКТЫ КОВКИ И ПРОКАТА

### 3. ПРОКАТНАЯ ПЛЕНА

Дефект на поверхности детали языкообразной формы, образующийся при деформировании отслоившегося металла от слитка



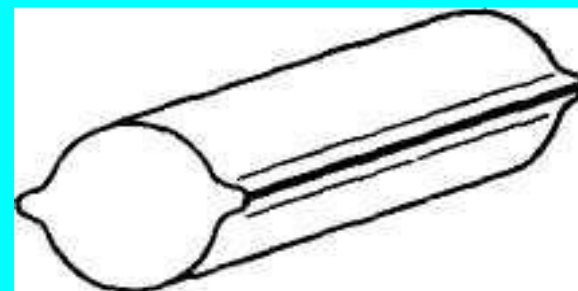
*Схема расположения прокатных плен на прутке*

**Вид НК: АК,ВТК,МК,ВИК; дефект устраним**

### 4. УС

Продольный выступ с одной или двух противоположных сторон

**Вид НК: АК,ВТК,МК,ВИК; дефект устраним**

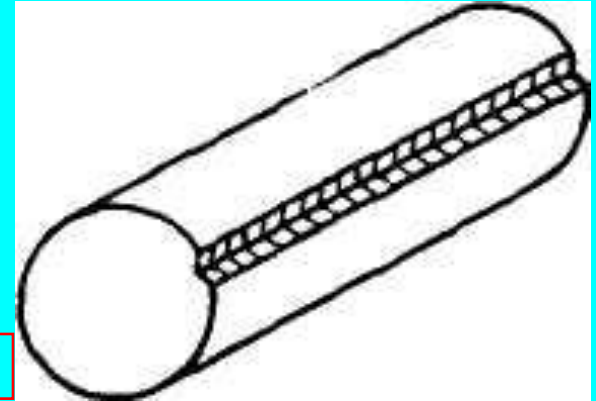


## II. ДЕФЕКТЫ КОВКИ И ПРОКАТА

### 5. ПОДРЕЗ

Дефект поверхности в виде продольного углубления, расположенного по всей длине или на отдельных участках поверхности проката.

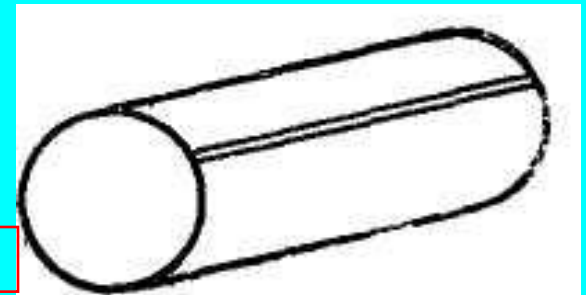
**Вид НК: АК,ВТК,МК,ВИК; дефект устраним**



### 6. РИСКА

Канавка без выступа кромок с закругленным или плоским дном.

**Вид НК: АК,ВТК,МК,ВИК; дефект устраним**

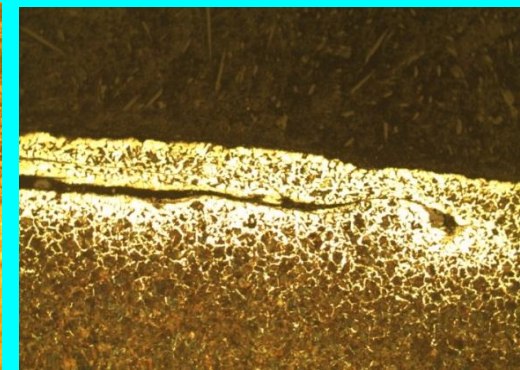
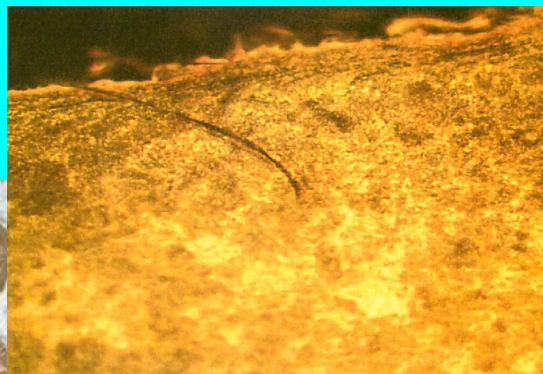


# КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ

## II. ДЕФЕКТЫ КОВКИ И ПРОКАТА

**7. ЗАКАТ** - Смещения или заворот металла в виде отслоения

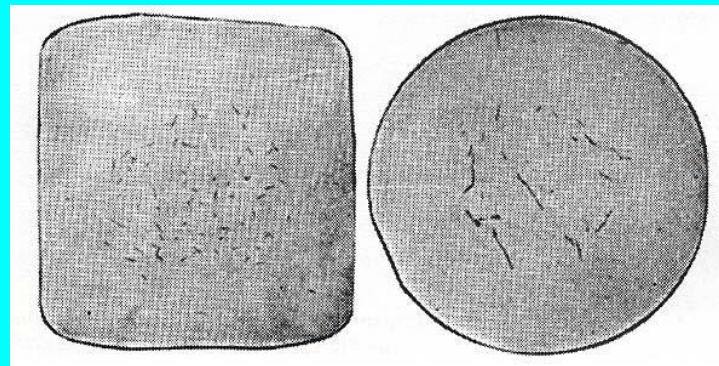
**Вид НК: АК, ВТК, МК, ВИК;  
дефект устраним**



## II. ДЕФЕКТЫ КОВКИ И ПРОКАТА

**8. ФЛОКЕН** - дефект в виде разрыва тела отливки под влиянием растворенного в стали водорода и внутренних напряжений.

**Вид НК: АК; дефект неисправимый**



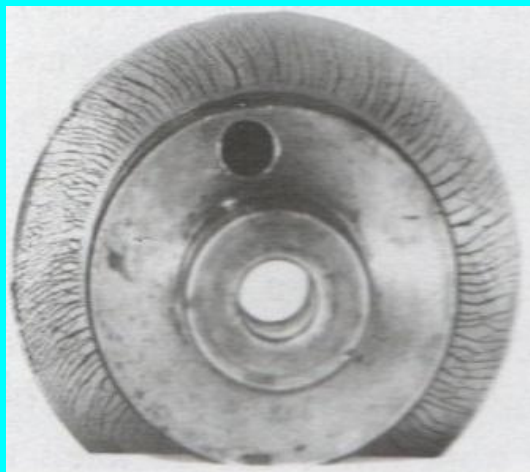
# КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ

## III. ДЕФЕКТЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

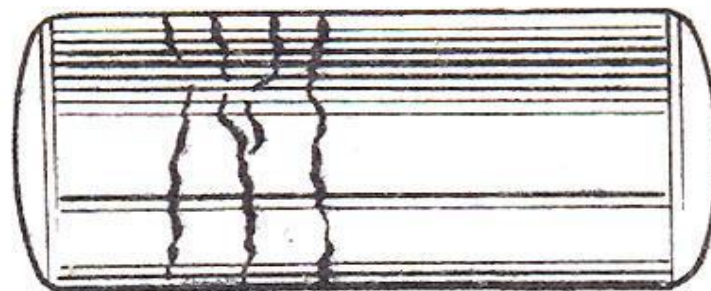
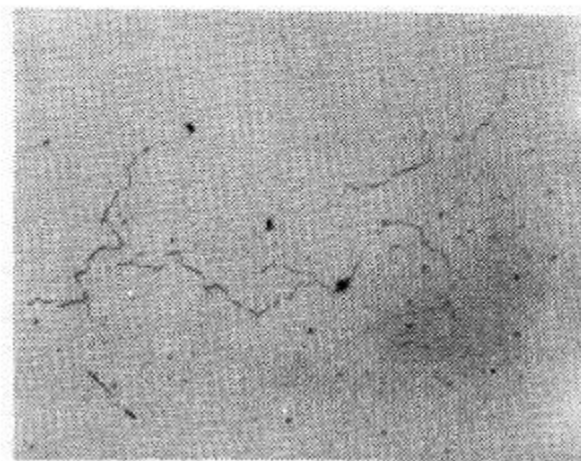
### 1. ШЛИФОВОЧНЫЕ ТРЕЩИНЫ

Сетка паутинообразных надрывов в результате шлифования металла

Вид НК: АК, ВТК, МК, ВИК; дефект неустраним



a





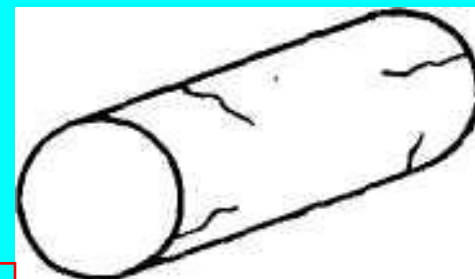
# КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ

## III. ДЕФЕКТЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

### 2. РИХТОВОЧНЫЕ ТРЕЩИНЫ

Трещины произвольного направления, образовавшиеся в результате коробления материала

Вид НК: АК,ВТК,МК,ВИК;  
дефект устраним



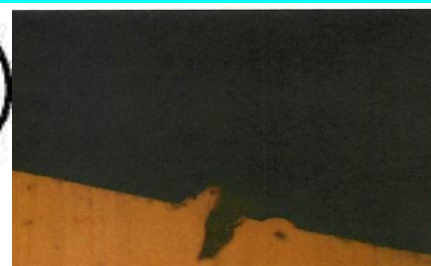
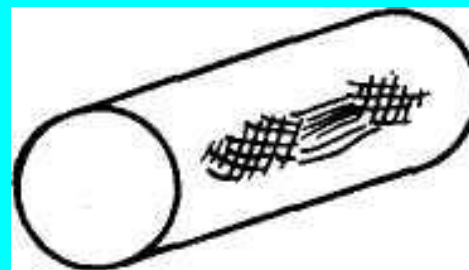
### 3. ЦАРАПИНА

Дефект поверхности, представляющий собой углубление неправильной формы и произвольного направления

Вид НК: АК,ВТК,МК,ВИК; дефект устраним

### 4. ВМЯТИНА

Дефект поверхности в виде произвольно расположенных углублений различной формы, образовавшихся вследствие повреждения и ударов



Вид НК: АК,ВТК,МК,ВИК;  
дефект устраним



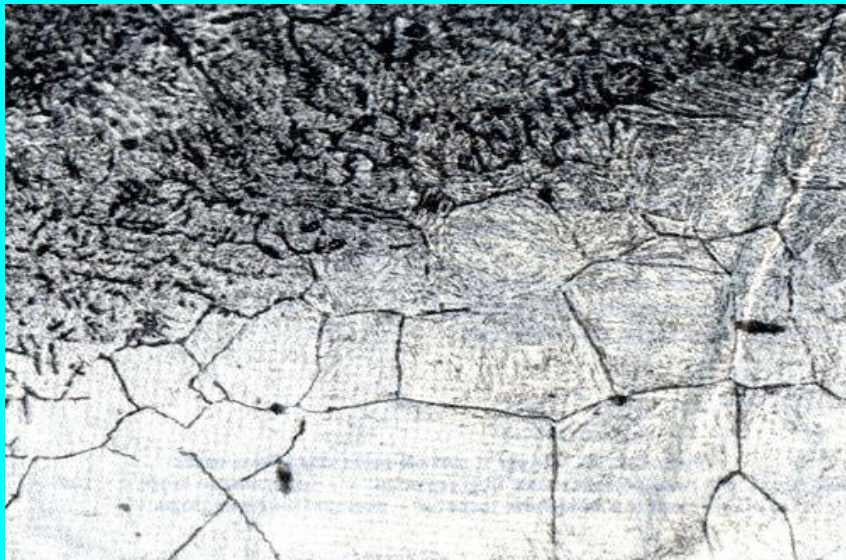
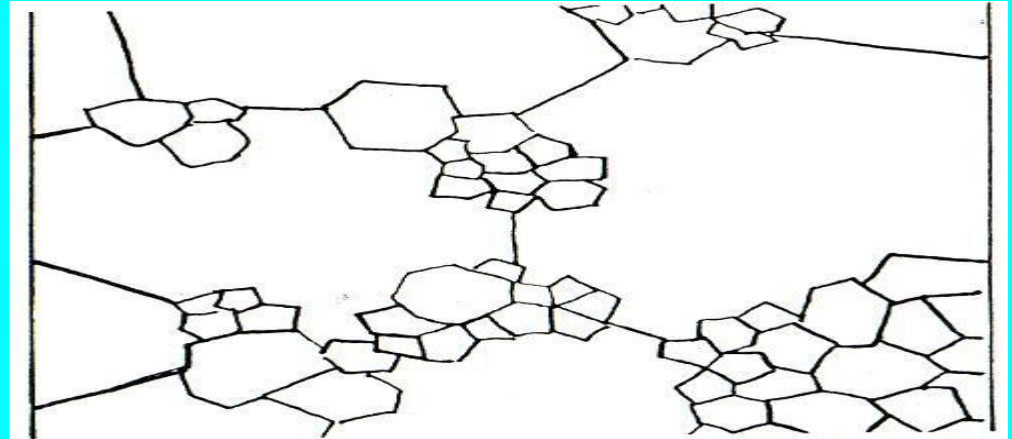
16.01.2010, Свердлов.ЖД,  
Излом оси по причине неустраненной  
ВМЯТИНЫ

# КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ

## IV. ДЕФЕКТЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

### 1. РАЗНОЗЕРНИСТАЯ СТРУКТУРА

Значительные различия зерен металла по своим размерам



### 2. ПЕРЕЖОГ

Перегрев металла при термообработке с выделением новой фазы на границах зерен

#### - **КАРБИДНАЯ СЕТКА**

Выделение цементита по границам зерен при перегреве стали

# КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ

## IV. ДЕФЕКТЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

### 3. МЯГКИЕ ПЯТНА

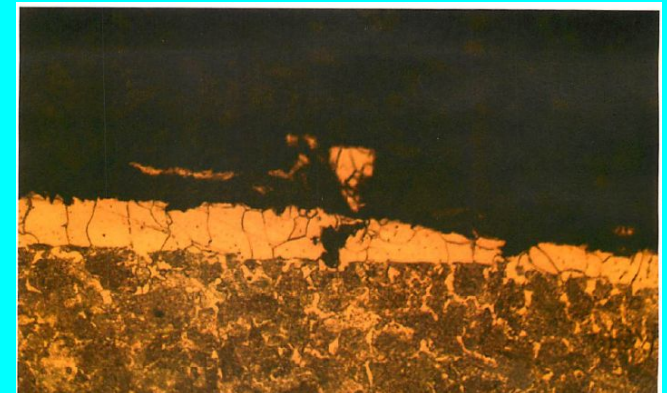
Локальные твердости на поверхности изделия

### 4. ОБЕЗУГЛЕРОЖИВАНИЕ

Удаление углерода с поверхности при термообработке




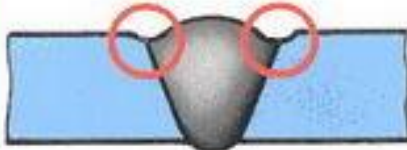

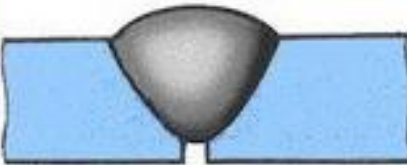

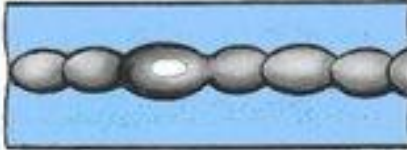
дефекты поверхности в виде трещин с обезуглероженными стенками и разветвленными концами глубиной залегания



обезуглероживание на глубине до 0,12 мм

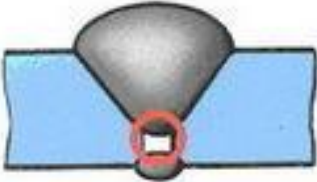

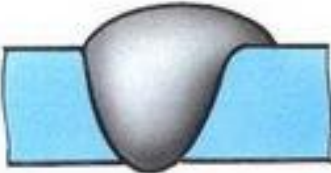



# КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ

## V. ДЕФЕКТЫ СВАРКИ

<p><b>КРАТЕРЫ</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Обрыв дуги</li> <li>- Неправильное выполнение конечного участка шва</li> </ul>	<p><b>ПОДРЕЗЫ</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Большой сварочный ток</li> <li>- Длинная дуга</li> <li>- При сварке угловых швов - смещение электрода в сторону вертикальной стенки</li> </ul>
<p><b>ПОРЫ</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Быстрое охлаждение шва</li> <li>- Загрязнение кромок маслом, ржавчиной и т.п.</li> <li>- Непросушенные электроды</li> <li>- Высокая скорость сварки</li> </ul>	<p><b>НЕПРОВАР</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Малый угол скоса вертикальных кромок</li> <li>- Малый зазор между ними</li> <li>- Загрязнение кромок</li> <li>- Недостаточный сварочный ток</li> <li>- Завышенная скорость сварки</li> </ul>
<p><b>ВКЛЮЧЕНИЯ ШЛАКА</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Грязь на кромках</li> <li>- Малый сварочный ток</li> <li>- Большая скорость сварки</li> </ul>	<p><b>ПРОЖОГ</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Большой ток при малой скорости сварки</li> <li>- Большой зазор между кромками</li> <li>- Под свариваемый шов плохо поджата флюсовая подушка или медная подкладка</li> </ul>

# КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ

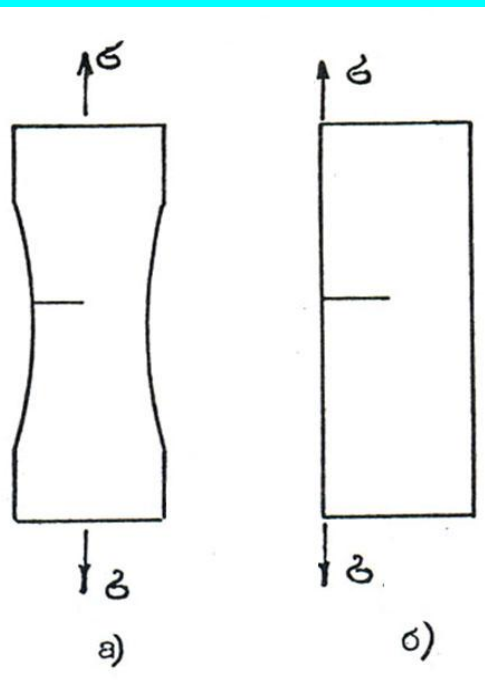
## V. ДЕФЕКТЫ СВАРКИ

<p><b>НЕСПЛАВЛЕНИЯ</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Плохая зачистка кромок</li> <li>- Большая длина дуги</li> <li>- Недостаточный сварочный ток</li> <li>- Большая скорость сварки</li> </ul>	<p><b>НЕРАВНОМЕРНАЯ ФОРМА ШВА</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Неустойчивый режим сварки</li> <li>- Неточное направление электрода</li> </ul>
<p><b>НАПЛИВ</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Большой сварочный ток</li> <li>- Неправильный наклон электрода</li> <li>- Излишне длинная дуга</li> </ul>	<p><b>ТРЕЩИНЫ</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Резкое охлаждение конструкции</li> <li>- Высокие напряжения в жестко закрепленных конструкциях</li> <li>- Повышенное содержание серы или фосфора</li> </ul>
<p><b>СВИЦИ</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Низкая пластичность металла шва</li> <li>- Образование закалочных структур</li> <li>- Напряжение от неравномерного нагрева</li> </ul>	<p><b>ПЕРЕГРЕВ (ПЕРЕЖОГ) МЕТАЛЛА</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Чрезмерный нагрев околошовной зоны</li> <li>- Неправильный выбор тепловой мощности</li> <li>- Завышенные значения мощности пламени или сварочного тока</li> </ul>

# КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ

## VI. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ДЕФЕКТЫ

1. **ТРЕЩИНЫ ОДНОКРАТНОГО НАГРУЖЕНИЯ** – образуются в материале деталей при воздействии на них нагрузок, превышающих прочность изделия



а) Вязкие (внутризернистый характер распространения), предшествующая образованию трещины деформация происходила во всем объеме детали

б) Хрупкие (межзеренный характер распространения), располагаются по поверхностям, перпендикулярным к направлению действия наибольших растягивающих напряжений.



Холодный излом хребтовой балки

межзеренная сетка трещин

# КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ

## VI. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ДЕФЕКТЫ

### 2. ВОДОРОДНАЯ ХРУПКОСТЬ

Процесс, приводящий к уменьшению вязкости или пластичности металла вследствие присутствия водорода при действии внешней напряжений

3. **КОРРОЗИОННЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ** – повреждения под влиянием химического воздействия



4. **ЭЛЕКТРООЖОГИ** повреждения под влиянием химического воздействия



Кольца подшипника



Ролика подшипника



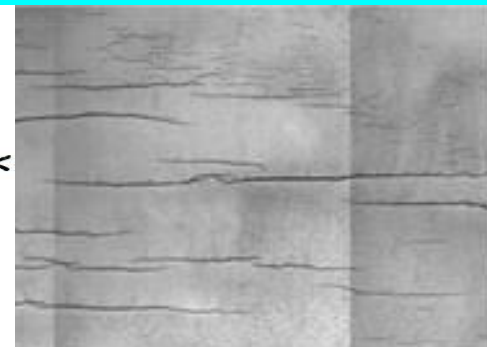
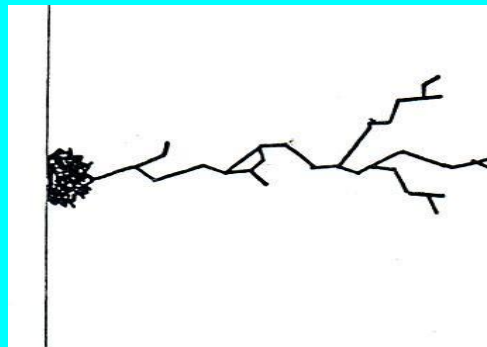
Поверхности катания колеса

# КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ

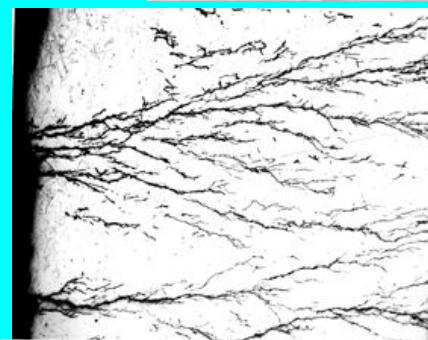
## VI. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ДЕФЕКТЫ

### 5. КРН

Коррозионное растрескивание под напряжением (КРН) – дефекты, образующиеся под влиянием коррозии и статических напряжений в металле



Последствия взрыва газа 04.06.1989 под на перегоне Аша – Улу-Теляк КБШ из-за разрушения газопровода по причине КРН





# КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ

## VI. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ДЕФЕКТЫ

### 6. ДРУГОЙ ИЗНОС, СВЯЗАННЫЙ С ИЗМЕНЕНИЕМ СЕЧЕНИЯ ДЕТАЛИ



**Кольцевые выработки**



**Круговой наплыв**



**Задир**



**Износ шейки оси**



**Ползун**

# КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ

## VI. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ДЕФЕКТЫ

### ДЕФЕКТЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПЕРЕМЕННЫХ НАГРУЗОК

#### 1. УСТАЛОСТНЫЕ ТРЕЩИНЫ

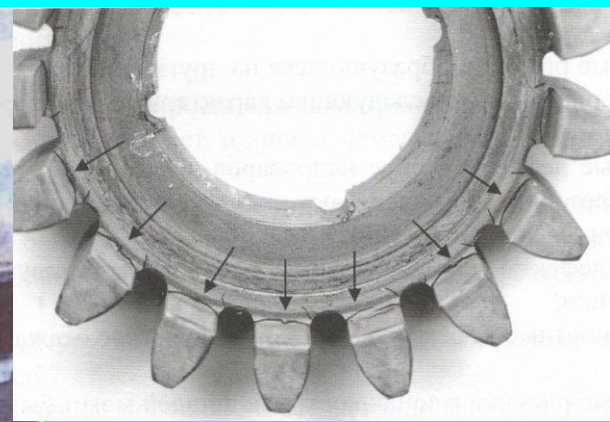
Усталость – процесс постепенного накопления повреждений материала под действием переменных напряжений, приводящий к изменению свойств, образованию трещин, их развитию и разрушению



*Продольные и поперечные усталостные трещины обода колеса*



*Отложение валика порошка по усталостным трещинам шестерни и кольца*

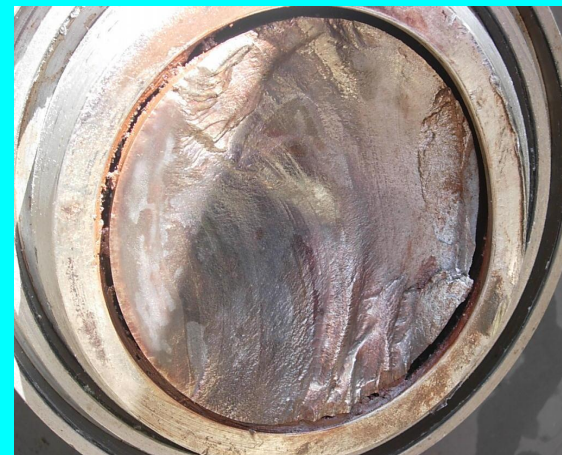




# КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ



**Первое крушение поезда по причине усталостного излома  
08.05.1842, Париж**



**Усталостный излом шейки  
оси, КБШ ЖД, 2009 г.**

# КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ



Крушение скоростного поезда ICE-1, 04.06.1998 г.  
по причине усталостного излома бандажа



Излом бандажа 2ЭС10

## VI. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ДЕФЕКТЫ

### ДЕФЕКТЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПЕРЕМЕННЫХ (ЦИКЛИЧЕСКИХ) НАГРУЗОК

#### 2. ТРЕЩИНЫ КОНТАКТНОЙ УСТАЛОСТИ -

Трещины, образующиеся на поверхности детали при многократном приложении контактных нагрузок и относительном возвратно-поступательном движении



*Навар*



*Выщербины*



*Контактно-усталостные раковины*

# КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ

## VI. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ДЕФЕКТЫ

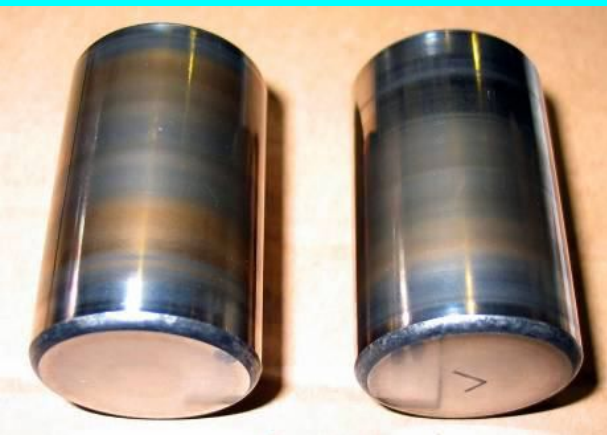
### ДЕФЕКТЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПЕРЕМЕННЫХ НАГРУЗОК

#### 4. ТРЕЩИНЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ УСТАЛОСТИ

Разрушения деталей после многократного воздействия периодически изменяющегося во времени уровня термических напряжений

#### 5. ТРЕЩИНЫ КОРРОЗИОННОЙ УСТАЛОСТИ

Разрушение материалов в результате действия повторно приложенных нагрузок и коррозионной среды (пример далее на слайдах)



*Побежалость*



*Трещины термической усталости*

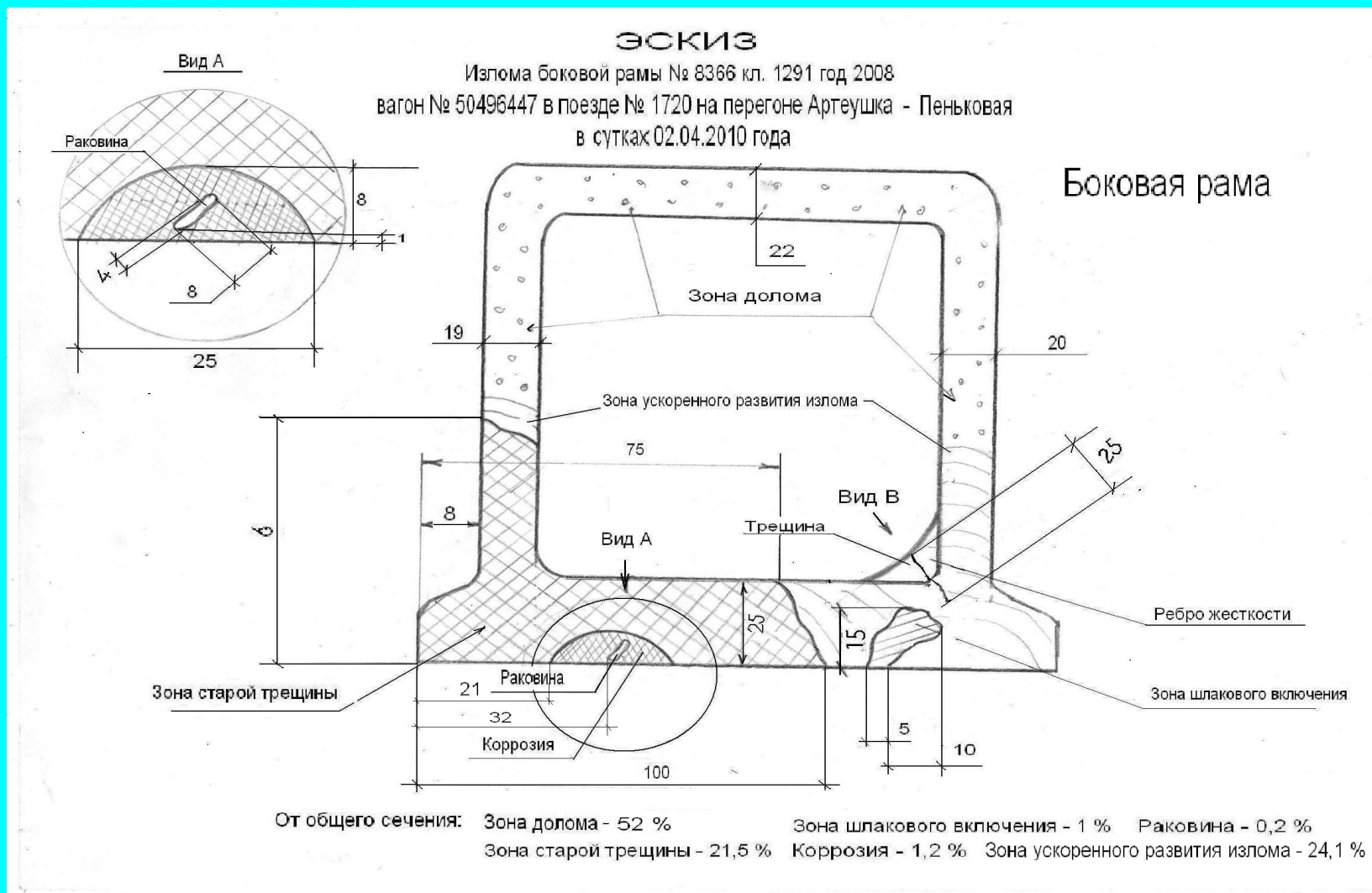






# КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ

## VI. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ДЕФЕКТЫ



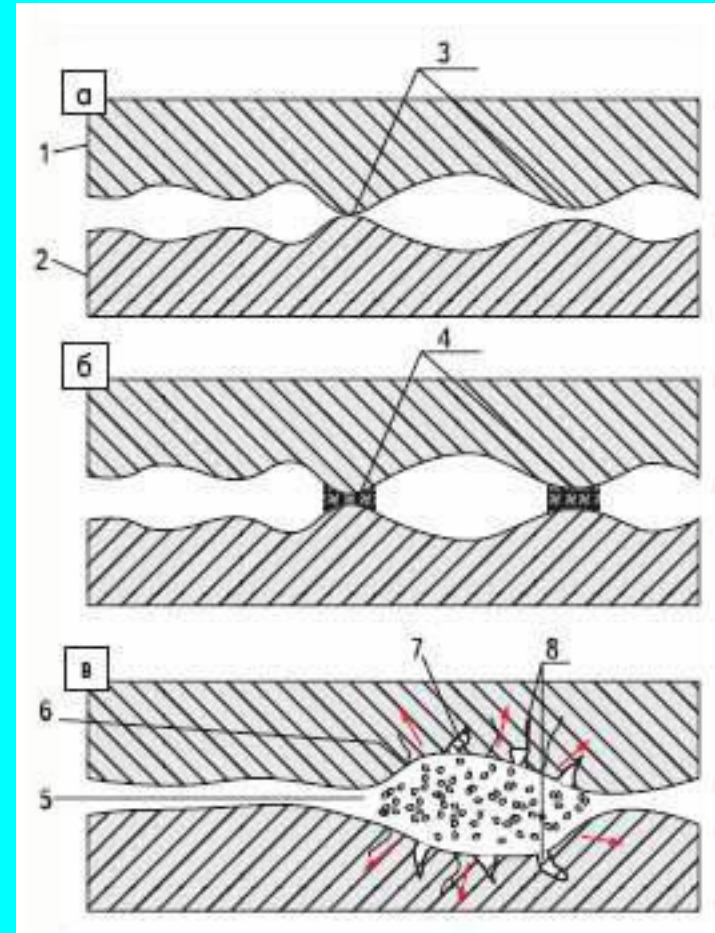
## VI. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ДЕФЕКТЫ

### ДЕФЕКТЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПЕРЕМЕННЫХ НАГРУЗОК

#### 5. ФРЕТТИНГ

разрушение металлических конструкций в местах проскальзывания плотно пригнанных (прижатых друг к другу) деталей при колебаниях с малой амплитудой, вращениях, вибрациях

Рис. Механизм изнашивания металлических поверхностей при фреттинг-коррозии:  
 1, 2 — контактирующие детали;  
 3 — точки контакта поверхностей;  
 4 — мелкие зарождающиеся каверны;  
 5 — общая большая каверна; 6 — трещины;  
 7 — отколовшиеся объемы металла;  
 8 — отколовшиеся частицы с твердой структурой

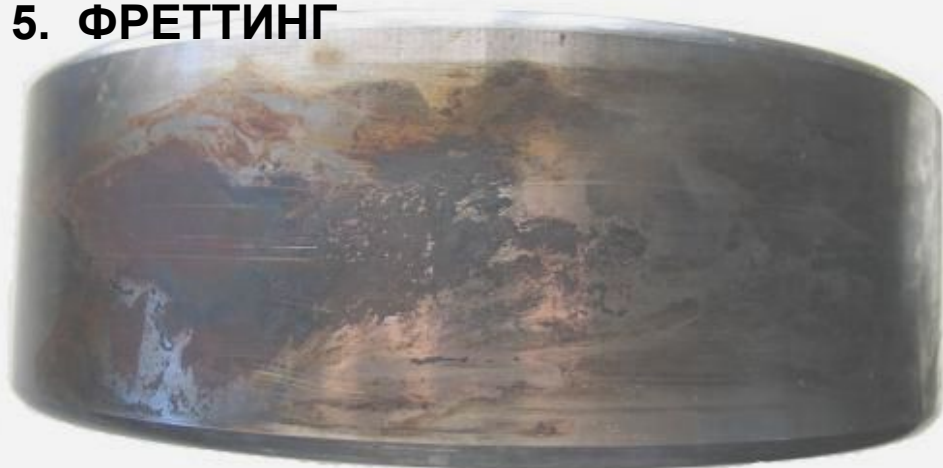


# КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ

## VI. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ДЕФЕКТЫ

### ДЕФЕКТЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПЕРЕМЕННЫХ НАГРУЗОК

#### 5. ФРЕТТИНГ



Естественный процесс, приводящий к окислению посадочной поверхности наружного кольца при его работе в условиях взаимного перемещения относительно корпуса буксы, как во влажной среде, так и при ее отсутствии.



# КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ

## VI. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ДЕФЕКТЫ

### ДЕФЕКТЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПЕРЕМЕННЫХ НАГРУЗОК

#### 6. ПИТТИНГ

Язвы, полости в металле, начинающиеся с его поверхности, образовавшиеся в следствии коррозии в среде смазывающего вещества

