ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

МАКРО- И МИКРОСТРУКТУРЫ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ТЯГОВЫХ ПЕРЕДАЧ ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Оценочные шкалы и порядок контроля

СТ РК 1416-2005

Издание официальное

Комитет по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан

Астана

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 **РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН** Техническим комитетом по стандартизации №53 «Сертификация машиностроительной, металлургической, строительной продукции и услуг» ТОО «Астанаметросертика»

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Комитета по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан от 12 декабря 2005 г. № 465

3 Настоящий стандарт разработан с учетом требований ОСТ 32.81-97 «Макро- и микроструктура зубчатых колес тяговых передач тягового подвижного состава. Оценочные шкалы и порядок контроля»

4 В настоящем стандарте учтены основные нормативные положения следующих международных документов:

- ИСО 6506:1981 « Материалы металлические. Испытания на твердость. Определение твердости по Бринеллю». (ISO 6506-1:1999 «Metallic materials – Brinel hardness test – Part 1: Test method», ISO 6506-2:1999 «Metallic materials – Brinel hardness test – Part 2: Verification and calibration of testing machines», ISO 6506-3:1999 «Metallic materials – Brinel hardness test – Part 3: Calibration of reference blocks»)
- ИСО 6508:1986 « Материалы металлические. Испытания на твердость. Определение твердости по Роквеллу» (ISO 6508-1:1999 «Metallic materials – Rokcwell hardness test – Part 1: Test method (scales A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T)», ISO 6508-2:1999 «Metallic materials – Rokcwell hardness test – Part 2: Verification and calibration of testing machines (scales A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T), ISO 6508-3:1999 «Metallic materials – Rokcwell hardness test – Part 3: Calibration of reference blocks (scales A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T))

5 В настоящем стандарте реализованы нормы законов Республики Казахстан «О техническом регулировании», «О железнодорожном транспорте».

6 СРОК ПЕРВОЙ ПРОВЕРКИ **2010 год**
ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРОВЕРКИ **5 лет**

7 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Комитета по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан

Содержание

1 Область применения..... 1

2 Нормативные ссылки..... 1

3 Определения, обозначения и сокращения..... 1

4 Отбор проб и изготовление образцов..... 2

5 Оборудование, реактивы и режимы травления..... 3

6 Контроль твердости зубчатых колес..... 3

7 Металлографический контроль зубчатых колес с поверхностным упрочнением зубьев..... 4

А Приложение (обязательное) Шкала 1. Оценка конфигурации закаленного слоя..... 6

Б Приложение (обязательное) Шкала 2. Оценка микроструктуры закаленного слоя и сердцевины зуба..... 10

В Приложение (обязательное) Шкала 3 Оценка микроструктуры цементованного слоя по карбидам..... 12

Г Приложение (обязательное) Шкала 4 Оценка микроструктуры цементованного слоя по остаточному аустениту..... 15

Д Приложение (обязательное) Шкала 5 Оценка микроструктуры цементованного слоя на наличие межзеренного окисления..... 17

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

МАКРО- И МИКРОСТРУКТУРЫ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ТЯГОВЫХ ПЕРЕДАЧ ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА
Оценочные шкалы и порядок контроля

Дата введения 2007.01.01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на зубчатые колеса и их венцы тяговых передач тягового подвижного состава магистральных железных дорог Республики Казахстан, изготавливаемые по соответствующей нормативной документации на зубчатые колеса с зубьями, упрочненными закалкой токами высокой частоты или цементацией.

Стандарт устанавливает металлографические методы определения качества упрочнения зубьев, классификацию возможных дефектов термической или химико-термической обработки, а также эталонные шкалы для оценки макро- и микроструктур зубьев.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 3.1109-82 Единая система технологической документации. Термины и определения основных понятий.

ГОСТ 5639-82 Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна.

ГОСТ 9012-59 (ИСО 410-82, ИСО 6506-81) Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю.

ГОСТ 9013-59 (ИСО 6508-86) Металлы. Метод измерения твердости по Роквеллу.

ГОСТ 16530-83 Передачи зубчатые. Общие термины, определения и обозначения.

ГОСТ 20495-75 Упрочнение металлических деталей поверхностной химико-термической обработкой. Характеристики и свойства диффузионного слоя. Термины и определения.

3 Определения, обозначения и сокращения

В настоящем стандарте применяют следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **Контурная закалка:** Вид термической обработки. Поверхностная закалка токами высокой частоты контура зуба.

3.2 **Макроструктура:** Строение твердых тел, в частности металла, видимое невооруженным глазом или при небольших увеличениях на макрошлифах.

3.3 **Микроструктура:** Строение металлов и сплавов, видимое при помощи микроскопа на микрошлифах.

3.4 **Макрошлиф:** Темплет с плоской шлифованной поверхностью, подвергнутый травлению раствором кислоты или щелочи для выявления макроструктуры.

3.5 **Микрошлиф:** Темплет с плоской полированной поверхностью, подвергнутый травлению слабым раствором кислоты или щелочи для выявления микроструктуры.

3.6 **Наклеп впадины зуба:** Упрочнение впадины зуба методом накатки при секторной закалке.

3.7 **Переходная поверхность зуба:** Зона перехода от эвольвентой поверхности зуба к впадине зуба.

3.8 **Секторная закалка:** Закалка сектора по эвольвентой поверхности зуба с обязательным упрочнением впадины и переходной зоны наклепом.

3.9 **Сердцевина зуба:** Материал детали под термообработанным слоем, не затронутый воздействием поверхностной термической или химико-термической обработки.

3.10 **Степень наклепа:** Разность значений твердости рабочей поверхности и сердцевины зуба в единицах Виккерса, отнесенная к твердости сердцевины.

3.11 **Темплет:** Образец для металлографических исследований детали.

3.12 **Упрочненный слой закалкой ТВЧ:** Слой материала детали у поверхности упрочнения, отличающийся от исходного твердостью в результате термической обработки.

3.13 **Упрочненный слой цементацией:** Слой материала детали у поверхности насыщения, отличающийся от исходного по химическому составу и твердостью в результате химико-термической обработки (цементации).

3.14 **Шкала:** Набор эталонов для определения качества термической и химико-термической обработки зубьев.

3.15 **Эталон:** Образец для сопоставления с исследуемой поверхностью детали при определении качества термической обработки.

Остальные термины и определения, применяемые в настоящем стандарте - по ГОСТ 3.1109, ГОСТ 16530 и ГОСТ 20495.

3.16 В настоящем стандарте применяются следующие сокращения и обозначения:

ТВЧ - токи высокой частоты;

ТПС - тяговый подвижной состав;

НД - нормативная документация;

^{x} - обозначение знака кратности увеличения;

m_n - нормальный модуль зубчатого зацепления.

4. Отбор проб и изготовление образцов

4.1 Отбор проб для макро- и микроисследований и измерения твердости

4.1.1 Макроструктуру зубчатых колес проверяют на темплетах двух видов:

- на двух поперечных темплетах, охватывающих не менее двух зубьев, вырезанных в диаметрально- противоположных точках колеса на расстоянии 30 мм от торцов зубьев;

- на одном продольном темплете, вырезанном параллельно вершине зуба на расстоянии 10 мм от нее.

4.1.2 Контроль качества микроструктуры и замеры твердости производят на поперечных темплетах.

Схема вырезки темплетов для испытаний приведена на рисунке 1.



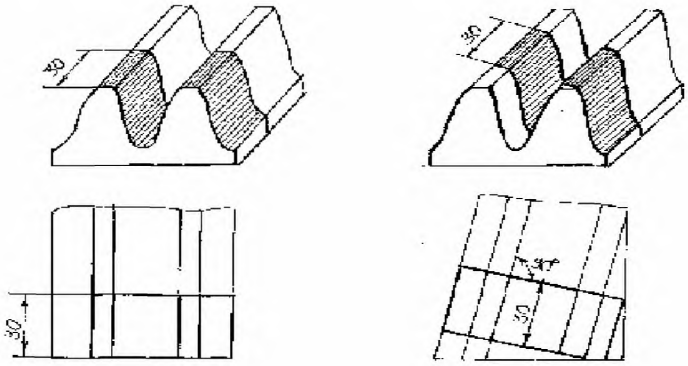


Рисунок 1 — **Схема вырезки темплетов для контроля микро-и макроструктуры (размеры в мм)**

5. Оборудование, реактивы и режимы травления

5.1 Контроль твердости закаленного слоя и сердцевины зуба проводится приборами для измерения твердости по ГОСТ 23667.

5.2 Для оценки структуры образцов применяются металлографические микроскопы с увеличением 100^{x}, 200^{x} и 500^{x}.

5.3 Обработка темплетов и режимы травления.

5.3.1 Перед травлением темплеты необходимо очистить от грязи, обезжирить.

5.3.2 Применяемые реактивы должны быть чистыми, светлыми, без взвешенных частиц.

5.3.3 Для выявления толщины и конфигурации упрочненного слоя на макрошлифах, отшлифованные темплеты протравливают 30 % водным раствором азотной кислоты (30 $см^3$ HNO_3 и 70 $см^3$ H_2O).

5.3.4 Микроструктуру выявляют травлением темплетов 4% спиртовым раствором азотной кислоты (4 $см^3$ HNO_3 и 96 $см^3$ этилового спирта).

5.3.5 Травление проводится при комнатной температуре.

5.3.6 После травления в любом реактиве образцы должны быть тщательно промыты в проточной воде, просушены струёй воздуха.

6. Контроль твердости зубчатых колес

6.1 Контроль твердости закаленного слоя и сердцевины зуба

6.1.1 Твердость закаленного слоя на поперечных темплетах проверяют алмазным конусом методом Роквелла по ГОСТ 9013 на расстоянии, равном половине высоты зуба, и по впадине. Твердость закаленного слоя зубьев ведомого колеса должна равняться (51+3) HRCэ; ведущего - не менее 55 HRCэ.

Допускаются методы измерения по Шору и Виккерсу с переводом полученных данных на значения по Роквеллу.

6.1.2 Твердость сердцевины зубьев проверяют на уровне впадин по методу Бринелля по ГОСТ 9012 или по методу Роквелла по ГОСТ 9013. Твердость сердцевины зубьев должна быть от 255 НВ до 302 НВ или от 26 HRCэ до 31 HRCэ.

6.2 Определение степени наклепа впадины при секторной закалке зуба.

6.2.1 Для определения степени наклепа и толщины упрочненного накаткой слоя производят измерения микротвердости (твердости) в зоне переходной поверхности зуба. Измерения производить по линии, перпендикулярной к касательной в переходной точке от рабочей

поверхности вглубь зуба до стабилизации величины отпечатка (твердости сердцевины).

6.2.2 Расстояние от поверхности до первого отпечатка, показывающего твердость сердцевины, определяет глубину наклепа. Разность значений твердости рабочей поверхности и сердцевины в единицах Виккерса, отнесенная к значению твердости сердцевины, определяет степень наклепа (минимальная степень наклепа 10%).

6.3 Контроль твердости цементованного слоя и сердцевины зуба

6.3.1 Твердость цементованного слоя измеряют по методу Роквелла ГОСТ 9013 на расстоянии, равном половине высоты зуба, и по впадине. Твердость должна быть не менее 56 HRСэ для ведомого колеса и (59±3) HRСэ для ведущего.

Допускается производить измерения твердости методами Шора и Виккерса с последующим переводом полученных величин на значения по шкале Роквелла.

6.3.2 Твердость сердцевины зуба проверяют по методу Бринелля ГОСТ 9012 посредине зуба на уровне впадин. Твердость сердцевины зуба должна быть не менее 294 НВ (30 HR Сэ). Допускается замер твердости по методу Роквелла с переводом значений твердости на шкалу Бринелля.

7 Металлографический контроль зубчатых колес с поверхностным упрочнением зубьев

7.1 Общие положения

Проверку макро- и микроструктур производят при периодическом контроле зубчатых колес, а также при отработке технологии закалки.

7.2 Оценка качества упрочненного поверхностного слоя зубьев при закалке ТВЧ проводится путем сравнения с эталонами шкал.

7.2.1 Контроль конфигурации и толщины закаленного слоя. Закаленная поверхность после травления должна иметь однородный темный цвет без светлых пятен или полос. Конфигурацию закаленного слоя определяют визуальным осмотром путем сопоставления выявленной макроструктуры с эталонами шкалы 1, состоящей из 9 эталонов, эскизные и фотографические изображения и характеристики которых приведены в приложении А.

Толщину закаленного слоя определяют в районе делительной окружности и по переходной зоне зуба. Измерения проводят в направлении, перпендикулярном касательным к данным точкам.

Допустимая толщина закаленного слоя равна $(0,5\ m_n + 2,0)$ мм по активной поверхности зуба и 1,0-2,0 мм — по впадине. Завышенная или заниженная толщина слоя является браковочным признаком.

7.2.2 Контроль микроструктуры закаленного слоя и сердцевины зуба. Проверку микроструктуры закаленного слоя проводят при увеличении 500^x, проверку микроструктуры сердцевины зуба - при увеличении 100^x. Оценку производить путем сопоставления с эталонами шкалы 2 (приложение Б). Микрструктура закаленного слоя должна состоять из зернистого или мелкоигольчатого троостомартенсита (эталон 1). Крупноигольчатая структура (эталон 2) и наличие в структуре феррита (эталон 3) не допускаются.

Сердцевина зуба должна иметь сорбито-ферритную структуру. Допускается различная степень дисперсности с величиной зерна не менее номера 5 шкалы 1 ГОСТ 5639 (эталоны 4 и 5). Не допускается крупнозернистая структура при величине зерна менее номера 5 шкалы 1 ГОСТ 5639, а также игольчатые выделения феррита - структура видманштетта (эталоны 6 и 7).

7.3 Оценка качества упрочненного поверхностного слоя зубьев при термообработке цементацией путем сравнения с эталонами шкал

7.3.1 Качество цементованного слоя проверяют на микрошлифах при увеличении 200^{x} и 500^{x}. Оценку производить путем сопоставления полученной структуры с соответствующими эталонными шкалами, на которых приведены структуры после окончательной термической обработки - закалки и отпуска.

7.3.2 Контроль наличия структурно-свободного цементита

После цементации и последующей термической обработки цементованный слой должен иметь структуру мелкоигольчатого мартенсита с отдельными мелкими карбидами.

В структуре цементованного слоя допускается тонкая разорванная цементитная сетка. Сплошная цементитная сетка, а также разорванная сетка с отдельными грубыми карбидами не допускаются. Характеристика и фотографические изображения эталонов шкалы 3 на наличие и распределение структурно-свободного цементита приведены в приложении В.

7.3.3 Контроль микроструктуры цементованного слоя по остаточному аустениту.

Наличие остаточного аустенита в структуре цементованного слоя после окончательной термической обработки (закалки и отпуска) - в соответствии со шкалой 4 приложения Г.

Площадь, занятая аустенитом при увеличении 200^{x}, не должна быть более 10% площади поля, видимого в микроскоп по всей поверхности шлифа. Для более четкого определения границ участков со структурой аустенита просмотр производить при увеличении 500^{x}.

Характеристика и фотографические изображения эталонов микроструктуры цементованного слоя по остаточному аустениту приведены в приложении Г, шкала 4.

7.3.4 Контроль на наличие межзеренного окисления

Межзеренное окисление поверхности впадин зубьев не допускается.

На эталонах 1-3 шкалы (приложения Д) приведены недопустимые структуры межзеренного окисления поверхности впадины зуба. Просмотр структуры производят при увеличении 100^{x}. Для более четкого выявления межзеренного окисления применять увеличение 500^{x}.

7.3.5 Контроль конфигурации и толщины цементованного слоя. Конфигурацию и толщину цементованного слоя проверяют на поперечных темплетах, вырезанных по схеме, приведенной на рисунке 1.

Цементованный слой должен повторять конфигурацию профиля зуба и иметь равномерную толщину по контуру. Толщина определяется измерением ширины темного слоя, окрашенного при травлении, в направлении, перпендикулярном касательной к поверхности зуба в данной точке.

Допустимая толщина слоя – $(0{,}2 \cdot m_n \pm 0{,}4)$ мм после окончательной механической обработки. Завышенная или заниженная толщина слоя является браковочным признаком. Удовлетворительная конфигурация цементованного слоя приведена на рисунке 2. В случае предельных значений из допустимого диапазона толщины слоя, его величину уточняют по микроструктуре.



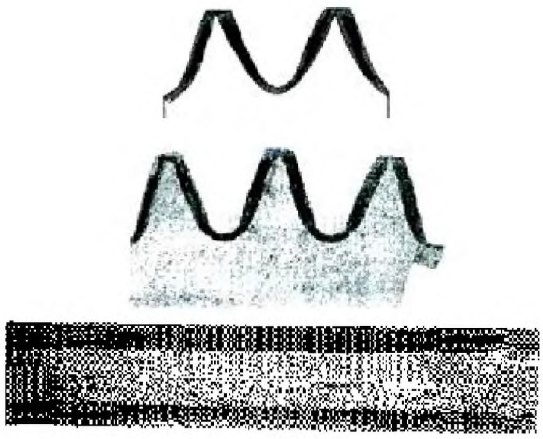
Рисунок 2- Конфигурация цементованного слоя

Приложение А
(обязательное)

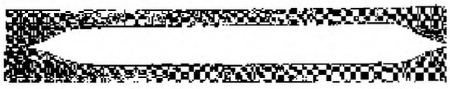
Шкала 1. Оценка конфигурации закаленного слоя

Эталон 1

Закаленный слой непрерывный по контуру и длине зуба (а). Толщина слоя удовлетворяет требованиям нормативных документов на зубчатые колеса Конфигурация слоя удовлетворительная. Допускается утолщение слоя у торцов зуба (б).



а)

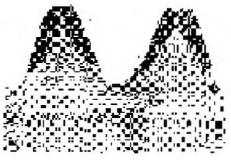


б)

Эталон 2

Закаленные секторы равной толщины по сторонам зуба, отстоящие от дна впадины на расстоянии от 4 до 7 мм. Конфигурация слоя при секторной закалке удовлетворительная. Для секторной закалки следует использовать продольный темплет эталона 1.

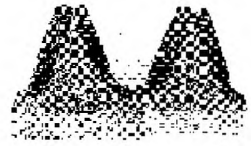




Эталон 3

Разная толщина закаленного слоя по сторонам зуба и впадины, но в пределах требований нормативных документов на зубчатые колеса Конфигурация слоя удовлетворительная



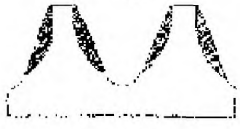


Эталон 4

Разрыв закаленного слоя у вершины зуба (а) по всей нерабочей поверхности (б) (для контурной и секторной закалки). Конфигурация слоя удовлетворительная



а)

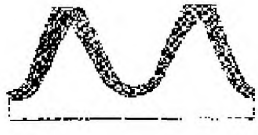


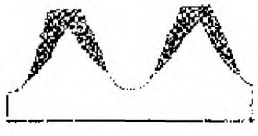
б)



Эталон 5

Перекрытие слоев по всей вершине зуба без выхода на рабочую поверхность. Конфигурация слоя удовлетворительная для секторной и контурной закалки







Эталон 6

Недостаточная толщина закаленного слоя по рабочей поверхности. Конфигурация слоя неудовлетворительная для секторной и контурной закалки



Эталон 7

Недостаточная толщина или разрыв закаленного слоя на поверхности (а) или по впадине зуба (б) при контурной закалке. Конфигурация слоя неудовлетворительная



а)



б)

Эталон 8

Завышенная толщина закаленного слоя по переходной поверхности от впадины зуба при контурной закалке. Конфигурация слоя неудовлетворительная



Эталон 9

Перекрытие закаленных слоев у вершины зуба с выходом на рабочую поверхность. Конфигурация слоя неудовлетворительная для секторной и контурной закалки





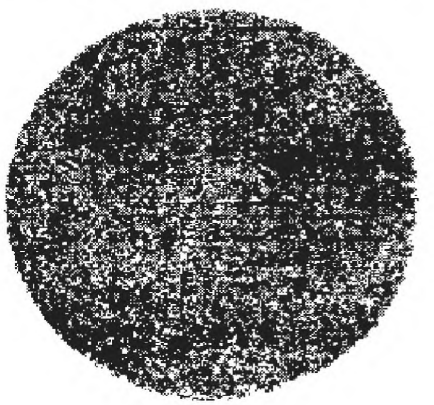


Приложение Б
(обязательное)

Шкала 2. Оценка микроструктуры закаленного слоя и сердцевины зуба

2а. Микроструктура закаленного слоя

Эталон 1
Зернистый или мелкозернистый троостомартенсит. Структура удовлетворительная



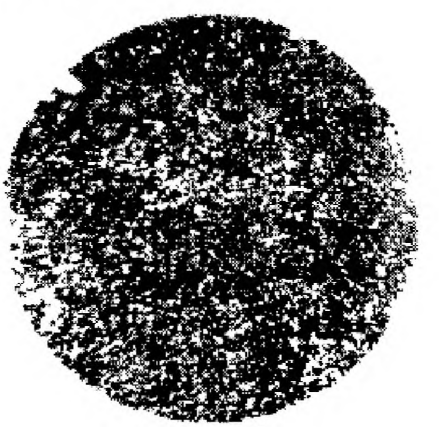
500^{X}

Эталон 2
Крупноигольчатый троостомартенсит. Структура неудовлетворительная



500^{x}

Эталон 3
Троостомартенсит и феррит. Структура неудовлетворительная

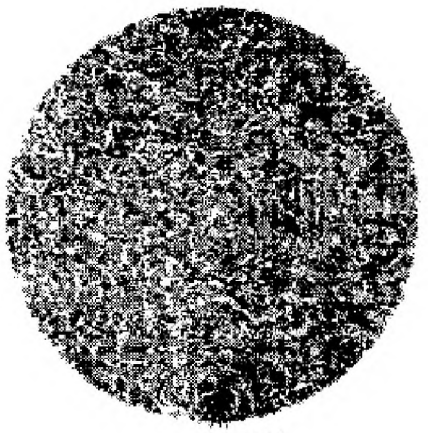


500^{x}

2б. Микроструктура сердцевины зуба

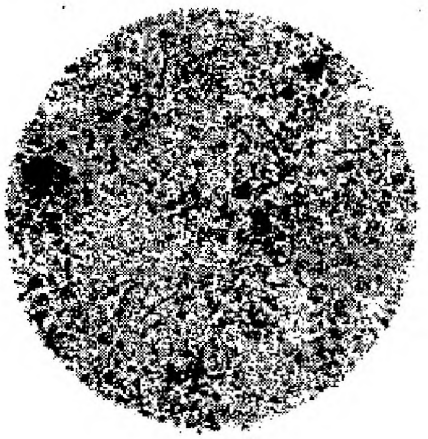
Эталон 4

Сорбит и феррит, размеры зерна не крупнее номера 5. Структура удовлетворительная



100^{x}

Сорбит и феррит, структурна я полосчатость. Структура удовлетворительная

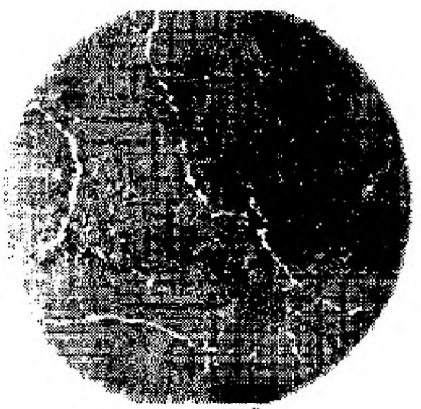


100^{x}

Эталон 5

Эталон 6

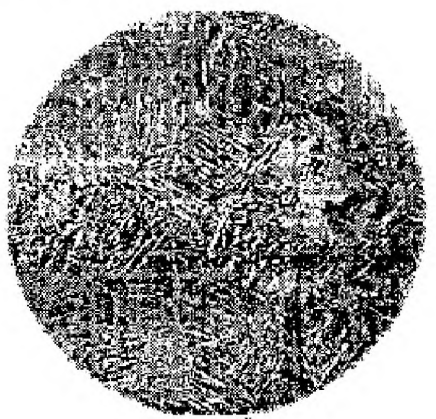
Сорбит и феррит, размеры зерна крупнее номера 4. Структура неудовлетворительная



100^{x}

Эталон 7

Игольчатые выделения феррита (структура видманштетта). Структура неудовлетворительная

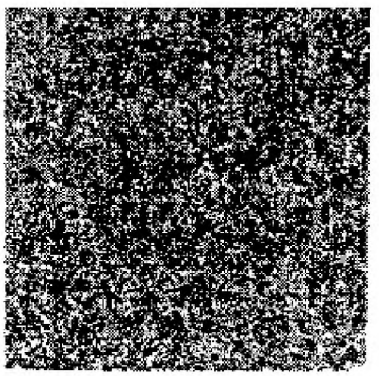


100^{x}

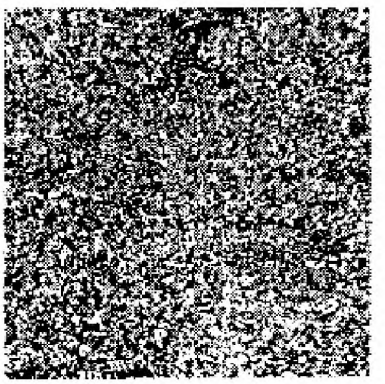
Приложение В
(обязательное)

Шкала 3 Оценка микроструктуры цементованного слоя по карбидам

Эталон 1
Мелкоигольчатый мартенсит, карбиды отсутствуют. Структура удовлетворительная

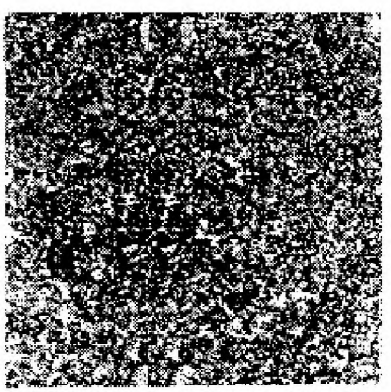


200^{x}

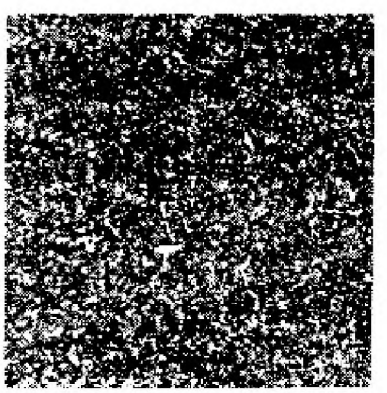


500^{x}

Эталон 2
Мелкоигольчатый мартенсит и мелкие отдельные карбиды. Структура удовлетворительная



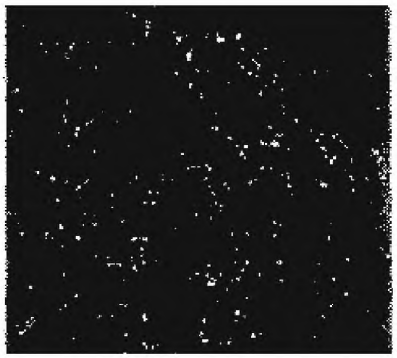
200^{x}



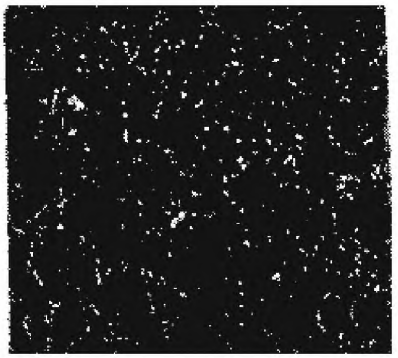
500^{x}

Эталон 3

Отдельные мелкие карбиды и тонкая разорванная сетка. Структура удовлетворительная



200^{x}



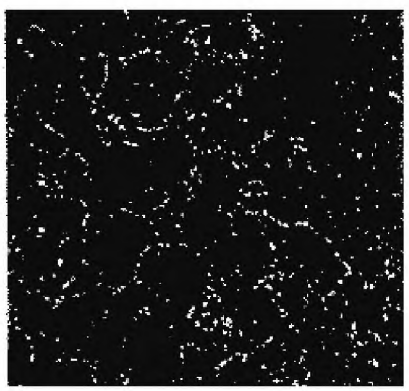
500^{x}

Эталон 4

Тонкая разорванная сетка. Предельно допустимая структура слоя



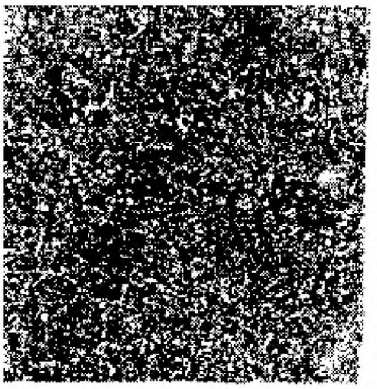
200^{x}



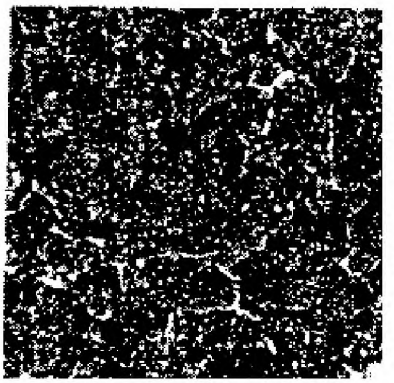
500^{x}

Эталон 5

Крупные карбиды, разорванная карбидная сетка. Структура слоя неудовлетворительная



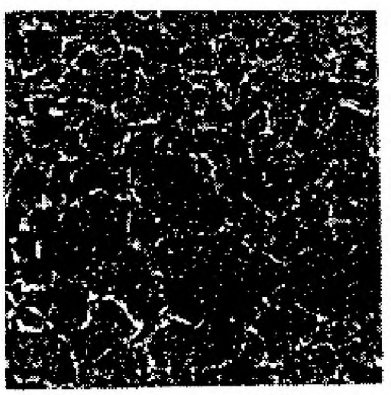
200^{x}



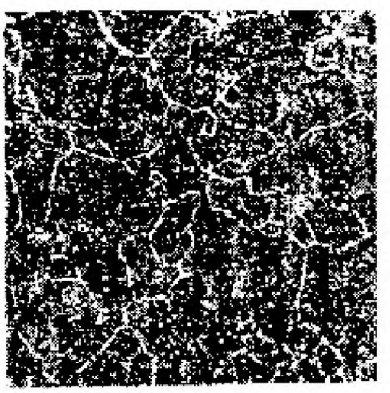
500^{x}

Эталон 6

Сплошная карбидная сетка. Структура слоя неудовлетворительная



200^{x}



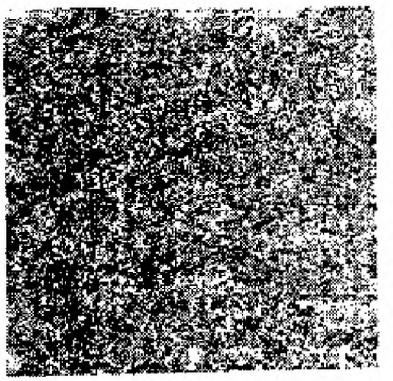
500^{x}

Приложение Г
(обязательное)

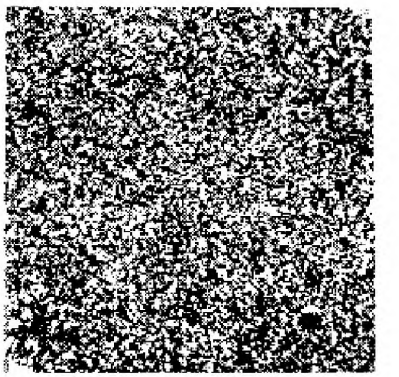
Шкала 4 Оценка микроструктуры цементованного слоя по остаточному аустениту

Эталон 1

Мелкоигольчатый мартенсит. Остаточный аустенит отсутствует. Структура слоя удовлетворительная



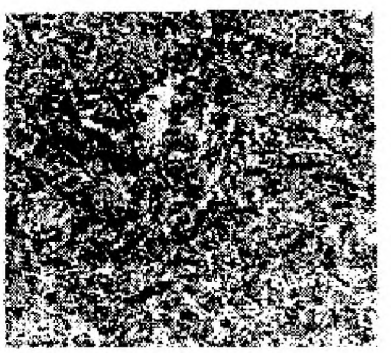
200^{x}



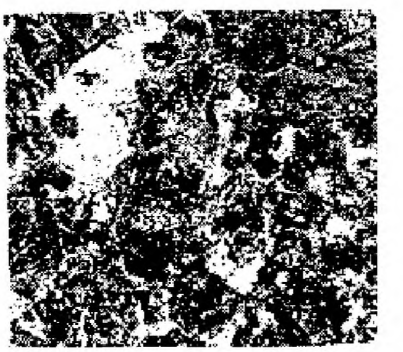
500^{x}

Эталон 2

Мелкоигольчатый мартенсит и отдельные небольшие участкио статочного аустенита. Структура слоя удовлетворительная



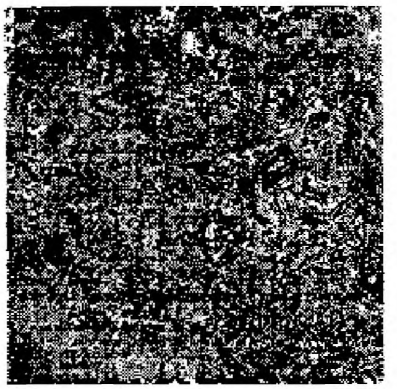
200^{x}



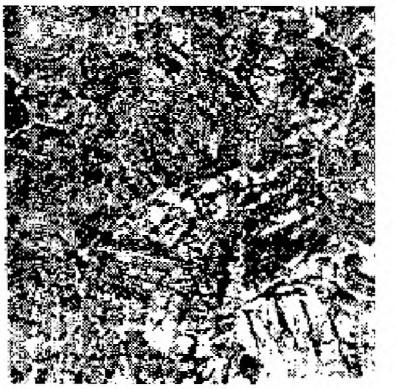
500^{x}

Эталон 3

Мелкоигольчатый мартенсити участки остаточного аустенита занимающие до 10% площади поля видимого в микроскоп (при 200^{x}). Предельно допустимая структура слоя



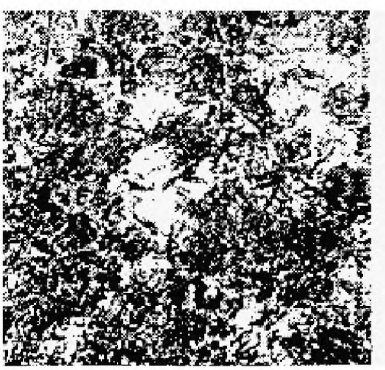
200^{x}



500^{x}

Эталон 4

Участки аустенита более 10% площади поля, видимого в микроскоп (при 200^{x}). Структура слоя неудовлетворительная



200^{x}



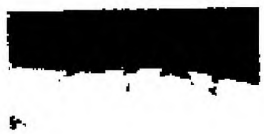
500^{x}

Приложение Д
(обязательное)

Шкала 5 Оценка микроструктуры цементованного слоя на наличие межзеренного окисления

Эталон 1

Структура неудовлетворительная



100^x

Эталон 2

Структура неудовлетворительная



100^x

Эталон 3

Структура неудовлетворительная



500^x

УДК 629.42.027.4-233.3:620.191 **МКС 45.060.01**

Ключевые слова: микроструктура, макроструктура, эталон, твердость, сердцевина, шкала.

gost.e-ecolog.ru