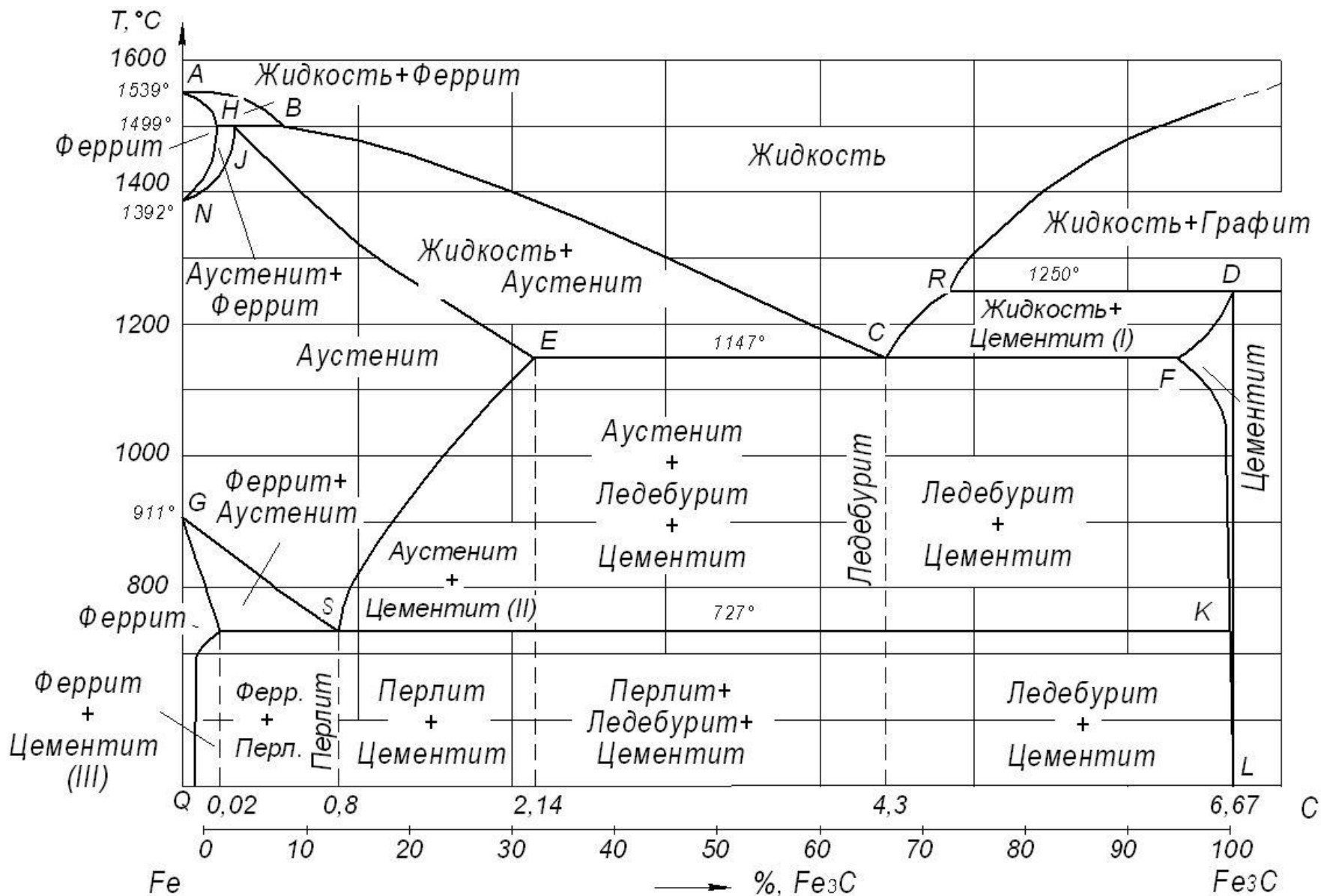


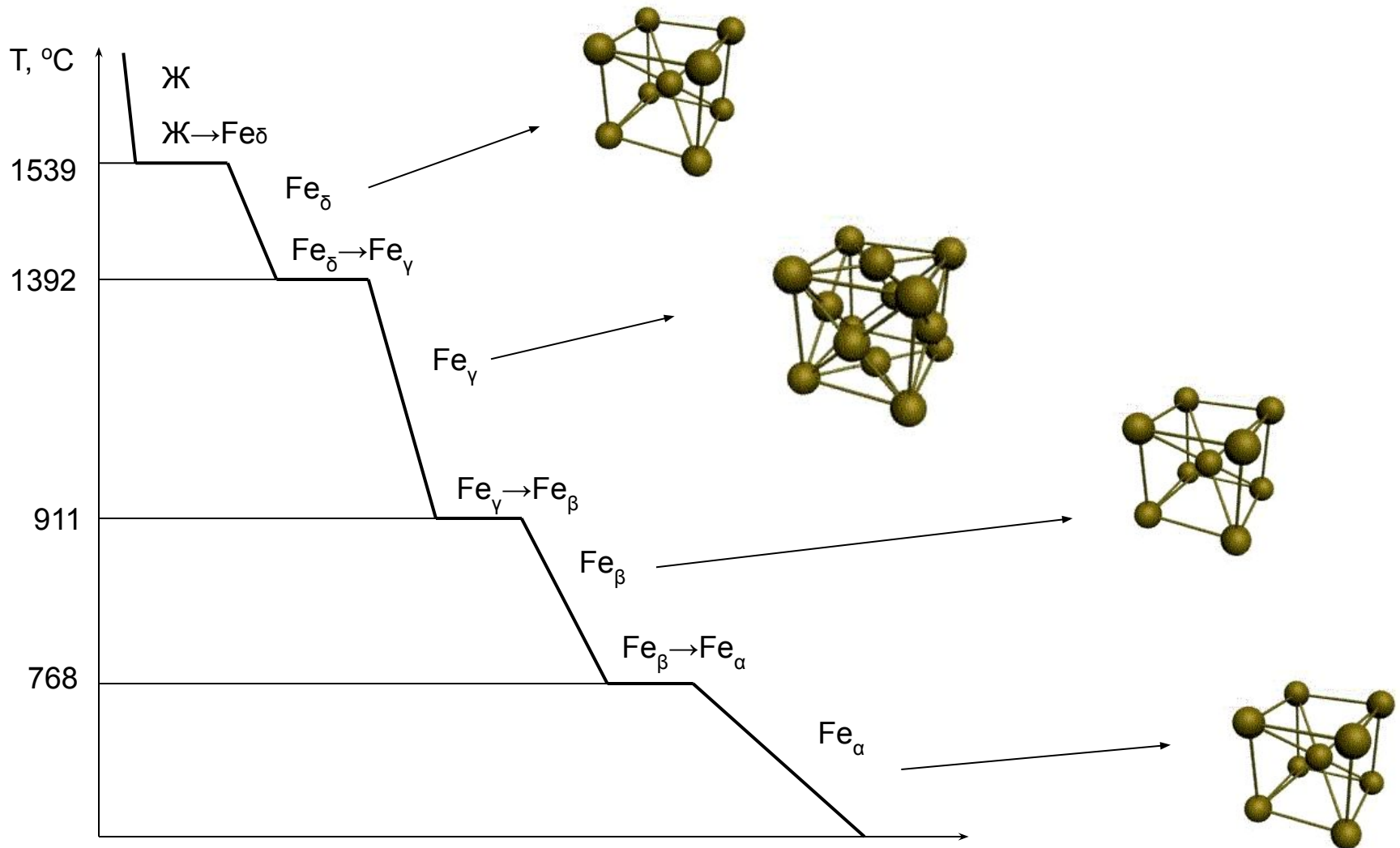
# Лабораторная работа №4

«МИКРОСТРУКТУРА  
ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫХ СПЛАВОВ  
В РАВНОВЕСНОМ СОСТОЯНИИ»

# Диаграмма «Железо – углерод (цементит)»



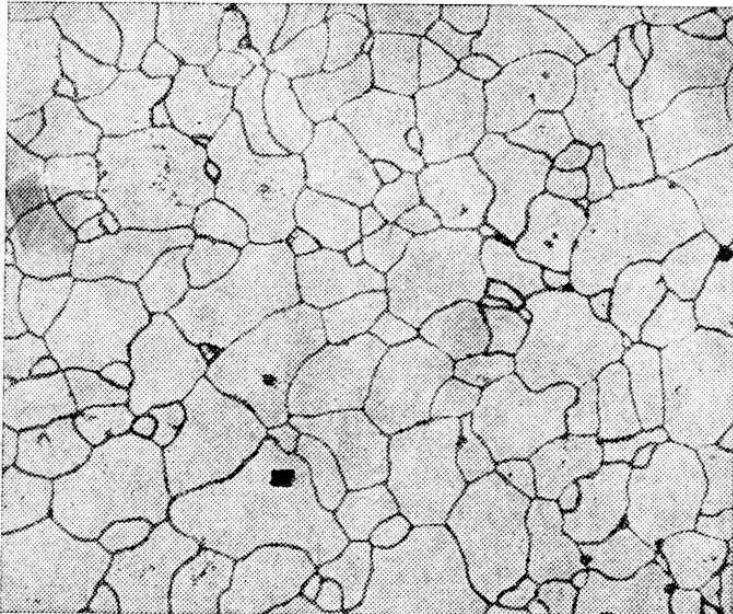
# Полиморфные модификации железа при различных температурах



*Феррит* – твердый раствор внедрения углерода в  $Fe_{\alpha}$ , – мягкая, пластичная фаза ( $\sigma_B = 300$  МПа,  $\delta = 40\%$ ,  $\psi = 70\%$ , 650–1000 НВ).

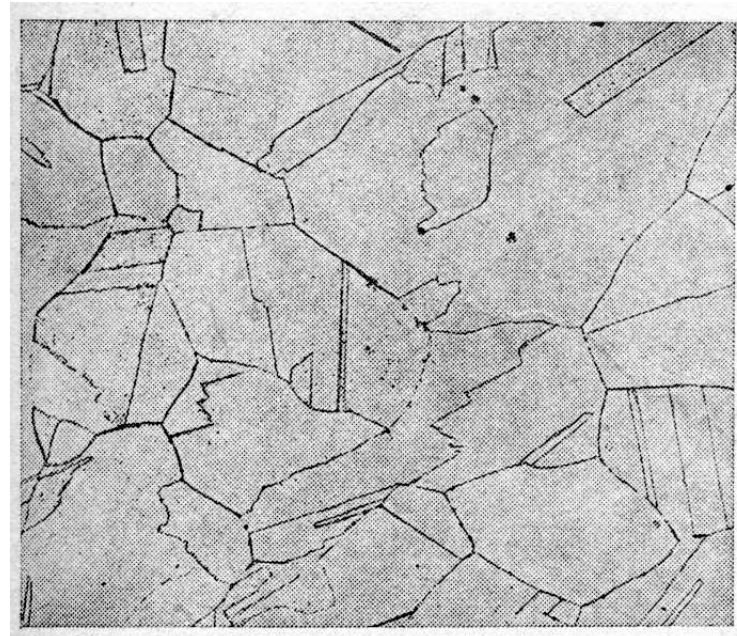
Различают низкотемпературный и высокотемпературный феррит. Предельная концентрация углерода в феррите при 0 °С – 0,006 %, при 727 °С – 0,02%, в высокотемпературном феррите – 0,1%.

Феррит магнитен до 768 °С. Кристаллическая решетка – кубическая объемно-центрированная.

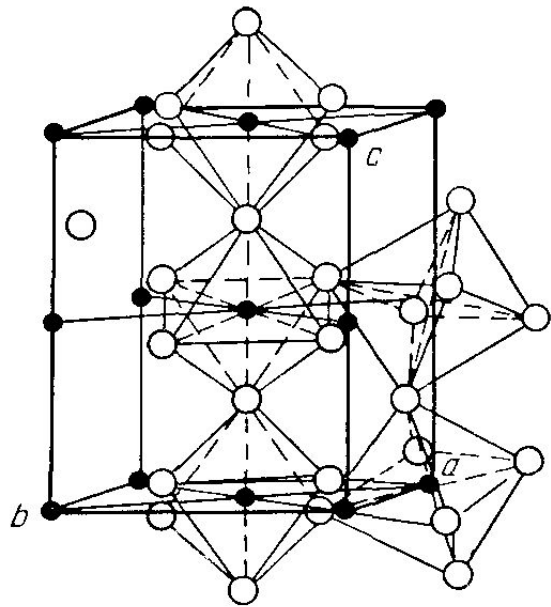


*Аустенит* – твердый раствор внедрения углерода в  $Fe_{\gamma}$ , – более твердый и пластичный ( $\delta = 40\text{--}50\%$ , 2000–2500 НВ), не магнитен.

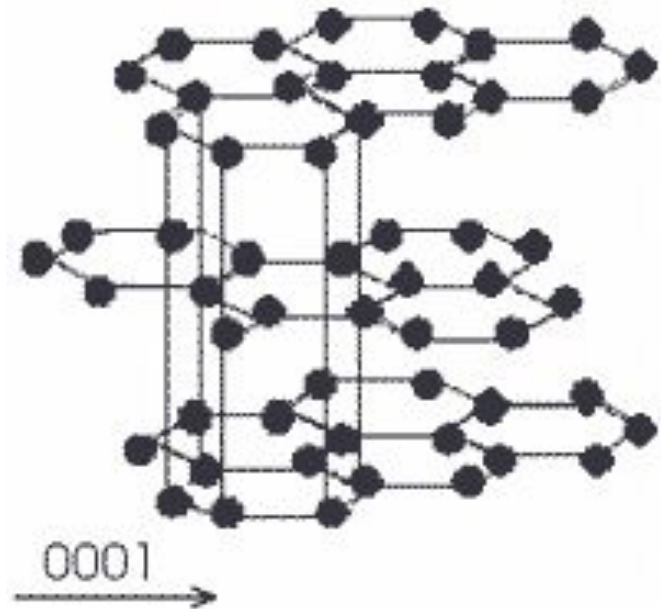
Предельная концентрация углерода достигает 2,14% при 1147 °С. Кристаллическая решетка – кубическая гранецентрированная.



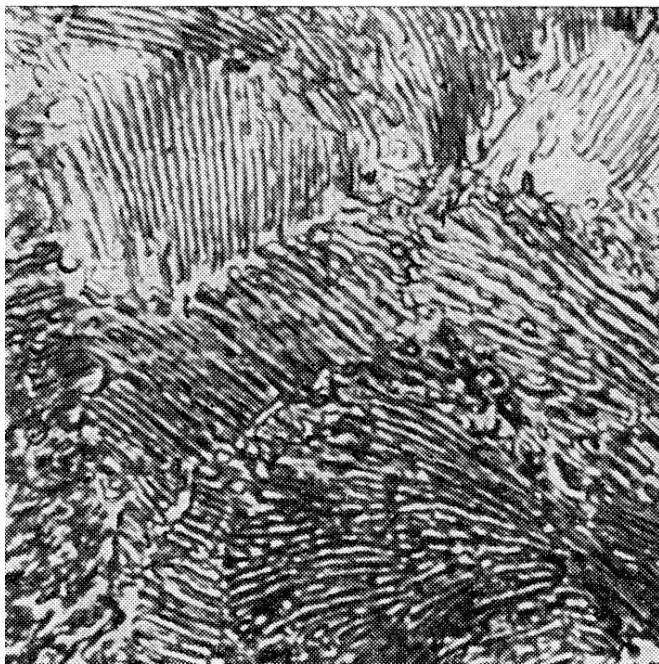
*Цементит* – химическое соединение  $Fe_3C$ , – имеет высокую твердость (8000 НВ), но практически нулевую пластичность. Температура плавления цементита около 1250 °С. Полиморфных превращений не испытывает, но при низких температурах слабоферромагнитен. Кристаллическая решетка ромбическая.



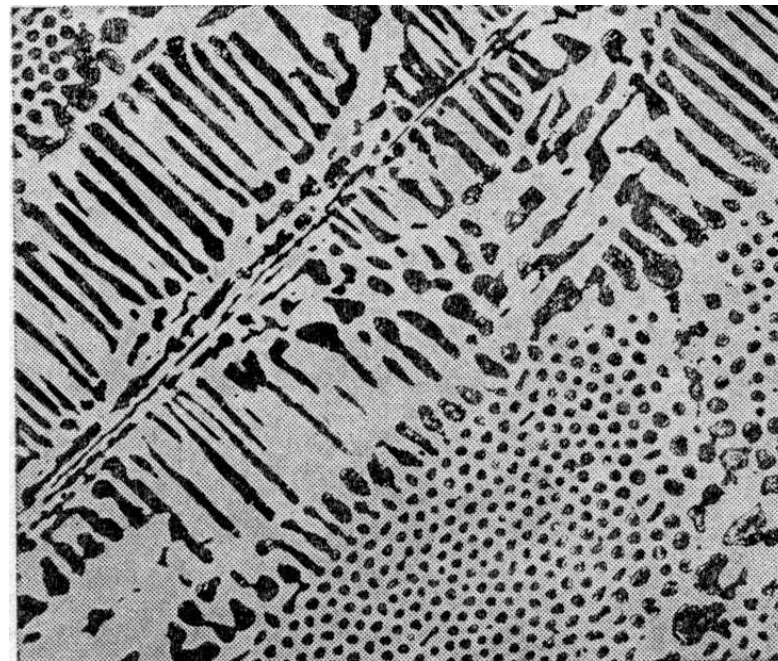
*Графит* – полиморфная модификация углерода. Имеет гексагональную решетку. Твёрдость и прочность графита очень малы:  $\sigma_B = 27-35$  МПа, твердость по шкале Мооса – 1.



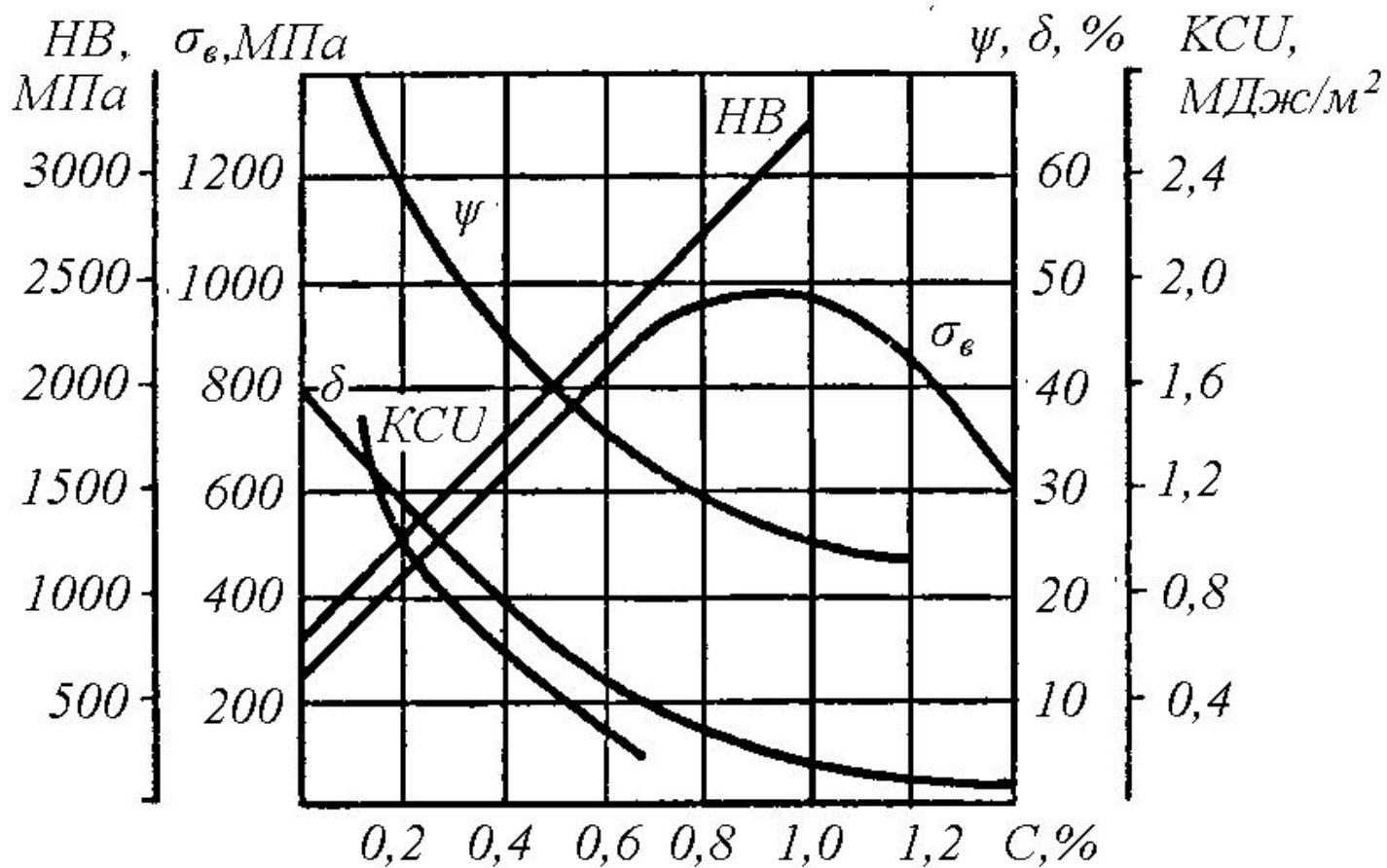
*Перлит* – эвтектоидная смесь феррита и цементита является прочной структурной составляющей  
( $\sigma_B = 800\text{--}900$  МПа,  $\delta = 16\%$ ,  
1800 НВ).



*Ледебурит* – эвтектическая смесь аустенита и цементита в интервале температур 1147–727 °С, а ниже линии SK (727 °С) – смесь перлита и цементита. Ледебурит имеет высокую твердость > 6000 НВ, но хрупок -  $\delta = 0\%$

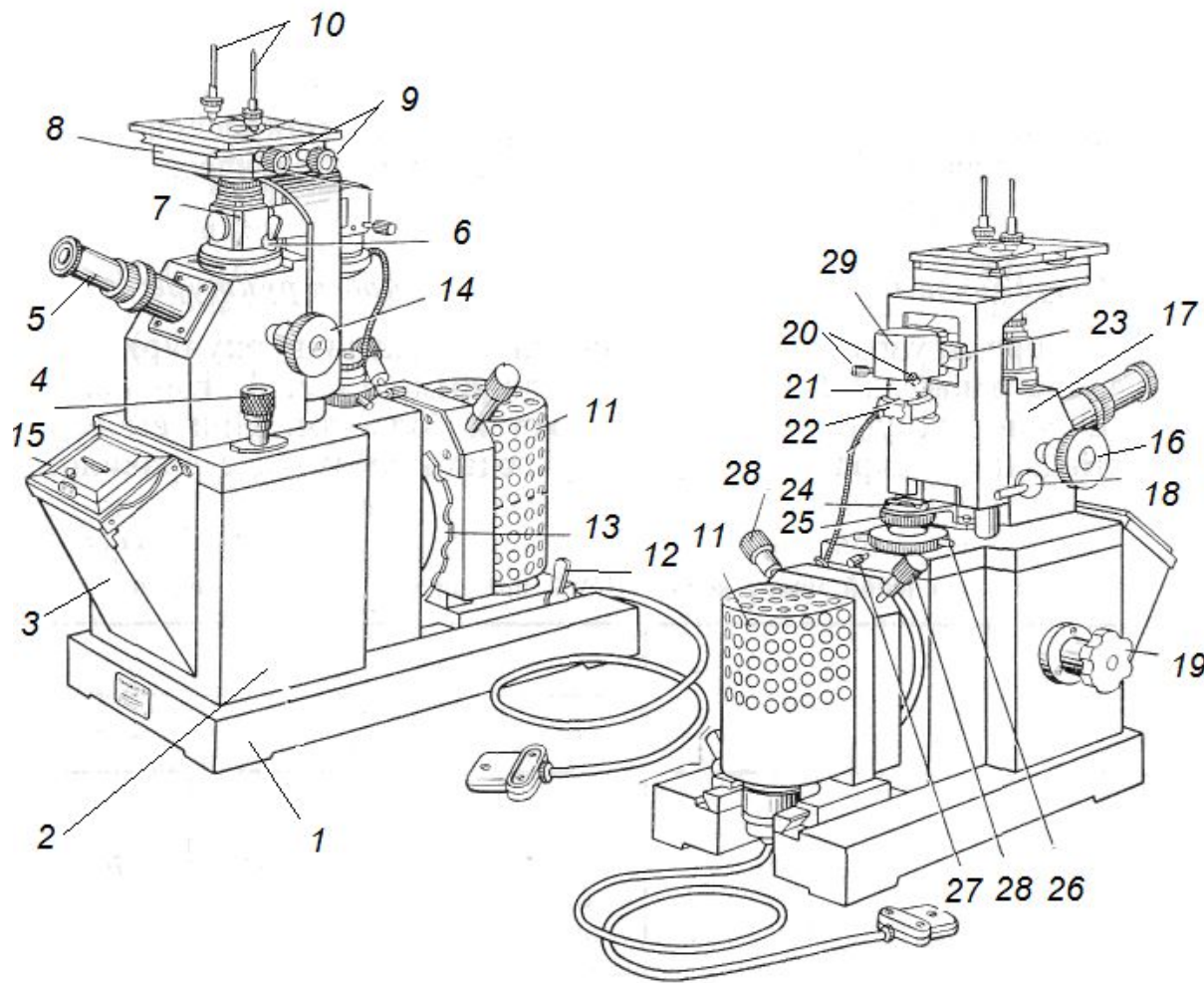


## Зависимость механических свойств стали от содержания углерода







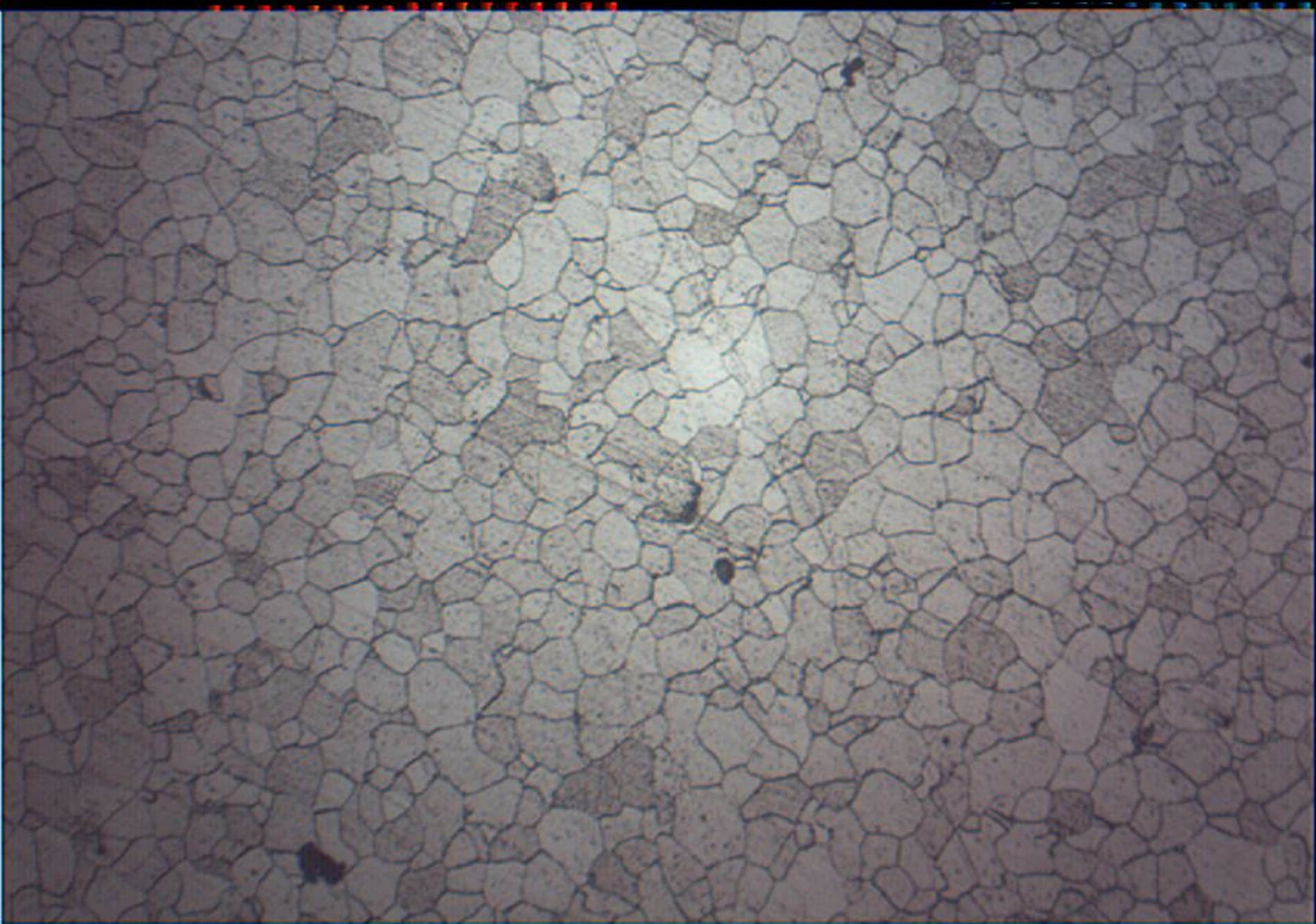


1 – основание микроскопа;  
 2 – корпус; 3 – фотокамера;  
 4 – винт микрометрической  
 подачи объектива;  
 5 – визуальный тубус;  
 6 – рукоятка диафрагмы  
 темного поля;  
 7 – иллюминатор;  
 8 – предметный стол;  
 9 – рукоятки перемещения  
 стола;  
 10 – держатели образца;  
 11 – осветитель; 12 – рукоятка  
 стопорного устройства  
 осветителя;  
 13 – рукоятка диска с набором  
 светофильтров;  
 14, 16 – винт макрометрической  
 подачи стола;

17 – корпус центральной части, 18 – стопорная рукоятка грубой подачи; 19 – рукоятка  
 переключения фотоокуляров; 20 – центрировочные винты полевой диафрагмы;  
 21 – рукоятка полевой диафрагмы; 22 – фотозатвор; 23 – рамка с дополнительными  
 линзами; 24 – оправа осветительной линзы; 25 – кольцо апертурной диафрагмы;  
 26 – винт смещения апертурной диафрагмы; 27 – винт фиксации поворота апертурной  
 диафрагмы; 28 – центрировочные винты; 29 – кожух пентапризмы

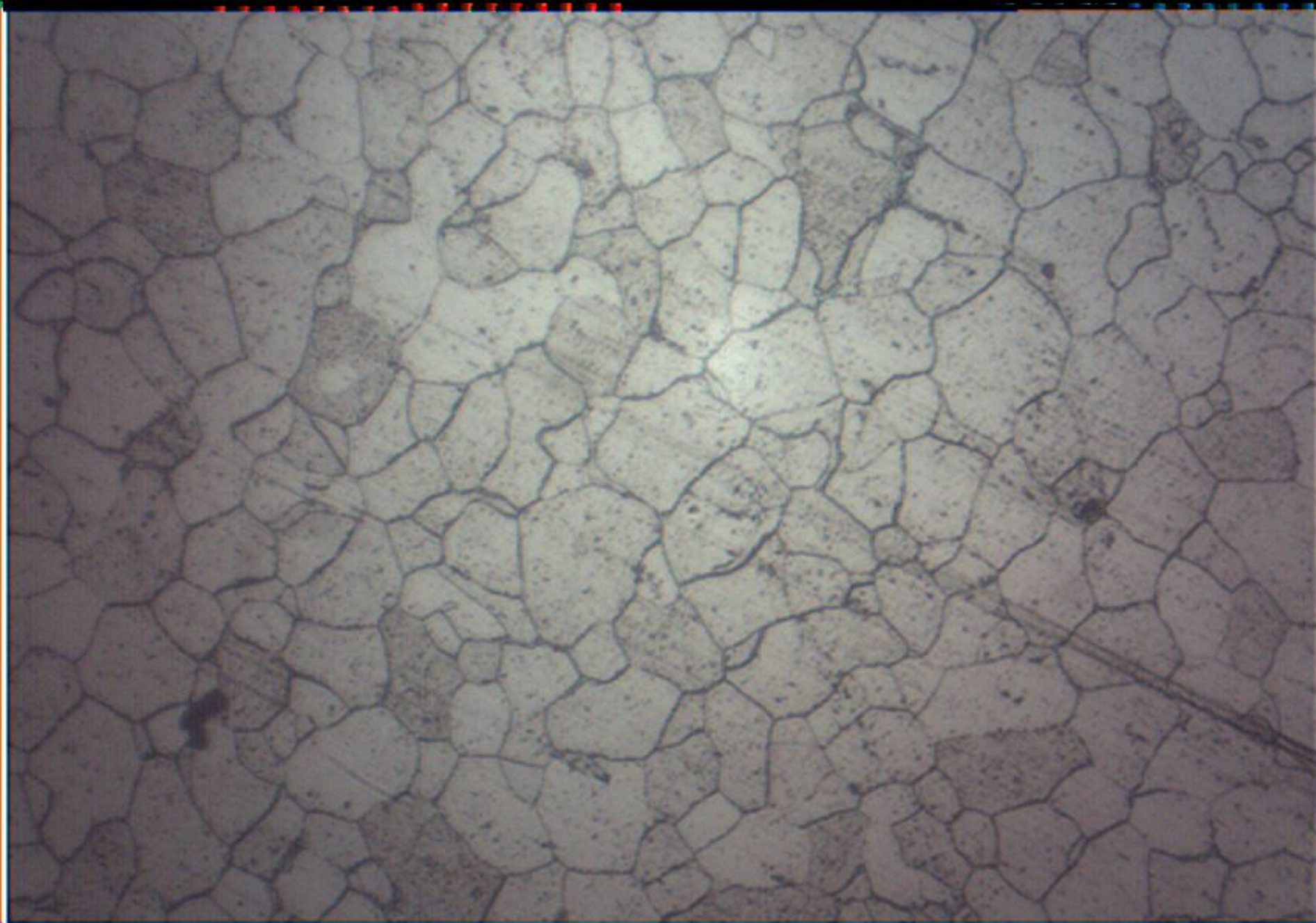


1 – бинокулярный тубус; 2 – оптика; 3 – осветительное устройство с регулируемой полевой и апертурной диафрагмами; 4 – нижний корпус микроскопа; 5 – предметный столик; 6 – револьверное устройство с четырьмя объективами; 7 – макрометрический винт для вертикального перемещения предметного столика



Образец №1

x486



Образец №1

x975

## Образец №1 – техническое железо

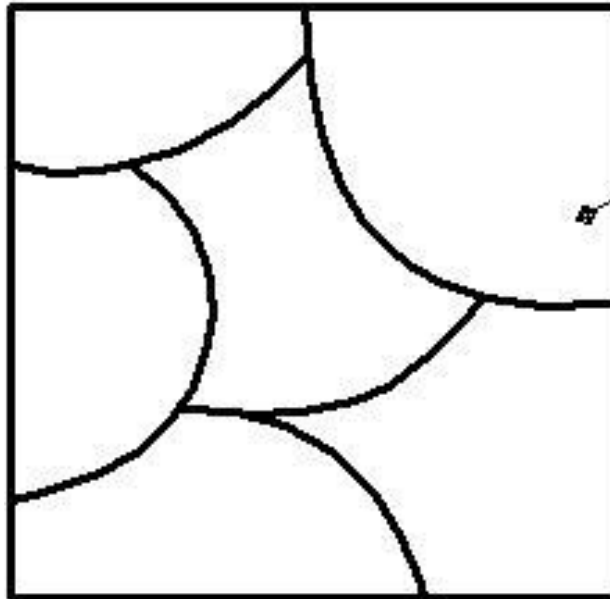
Марка: железо АРМКО

Химический состав: <0,015 % С; < 0,01 % Si; < 0,02 % Mn;  
<0,02 % S и <0,015 % P, остальное Fe

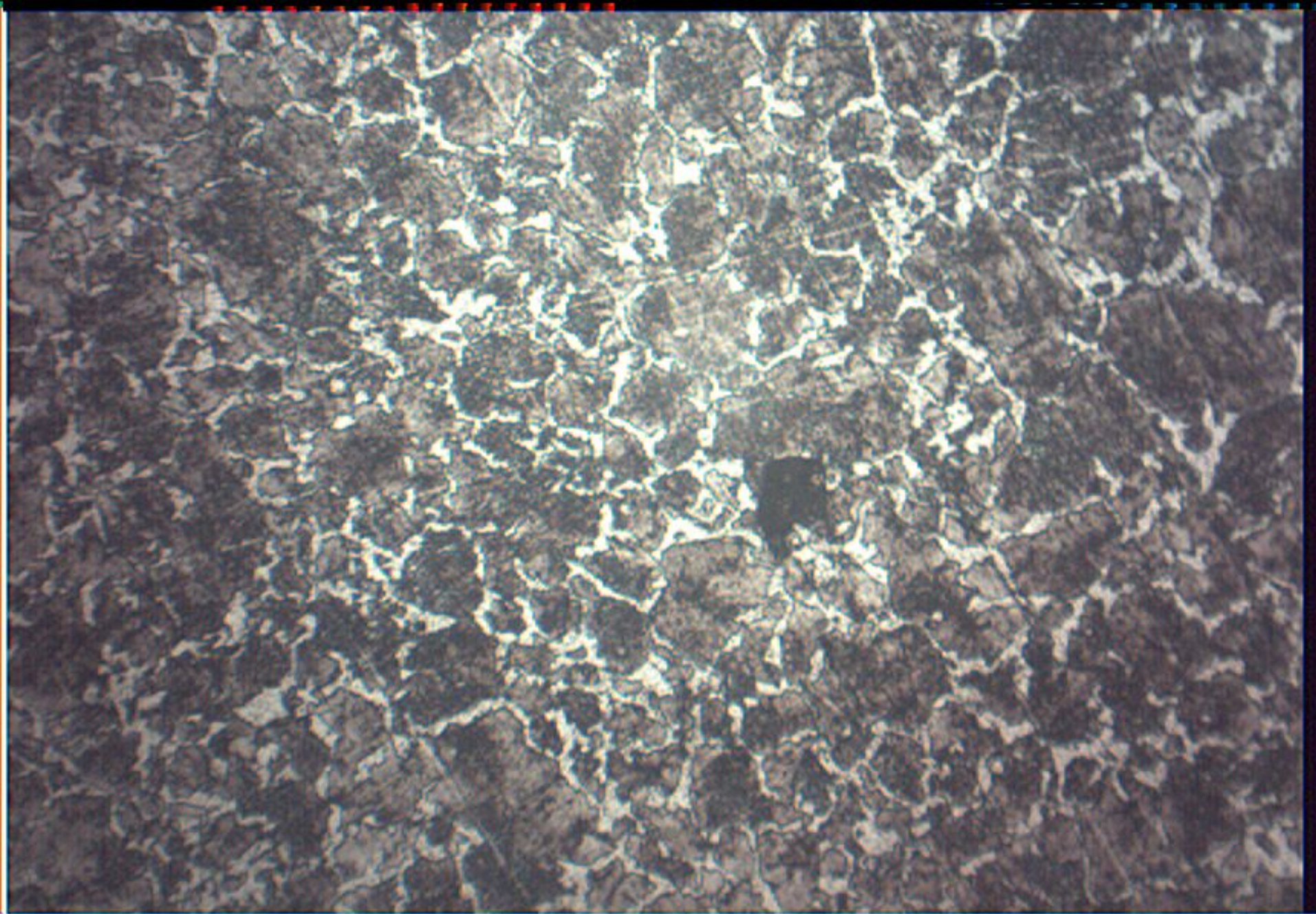
Свойства:  $\sigma_B = 260$  МПа

$\delta = 40\%$

700 НВ

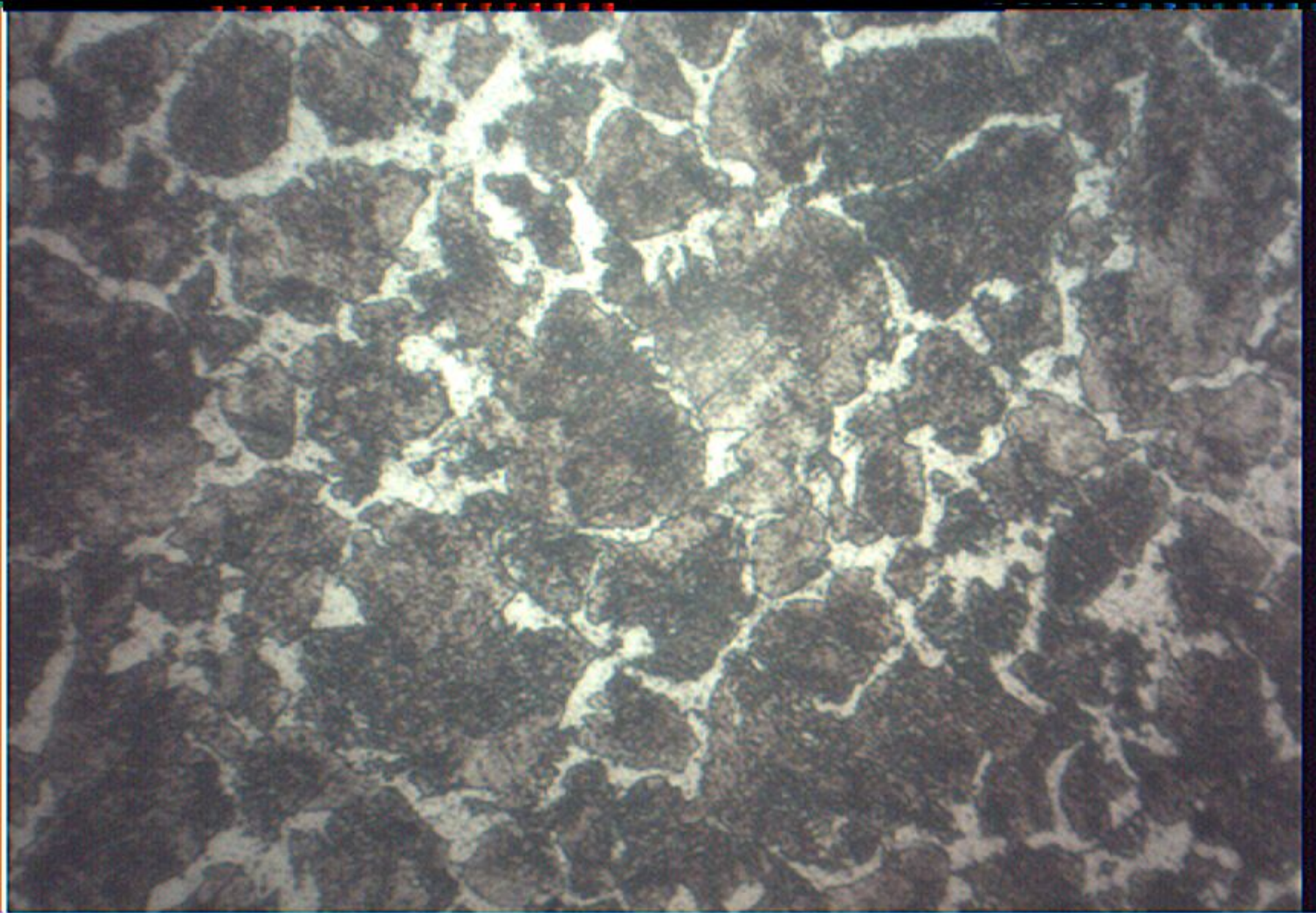


Феррит (Ф)



Образец №2

x486



Образец №2

x975

## Образец №2 – доэвтектоидная сталь

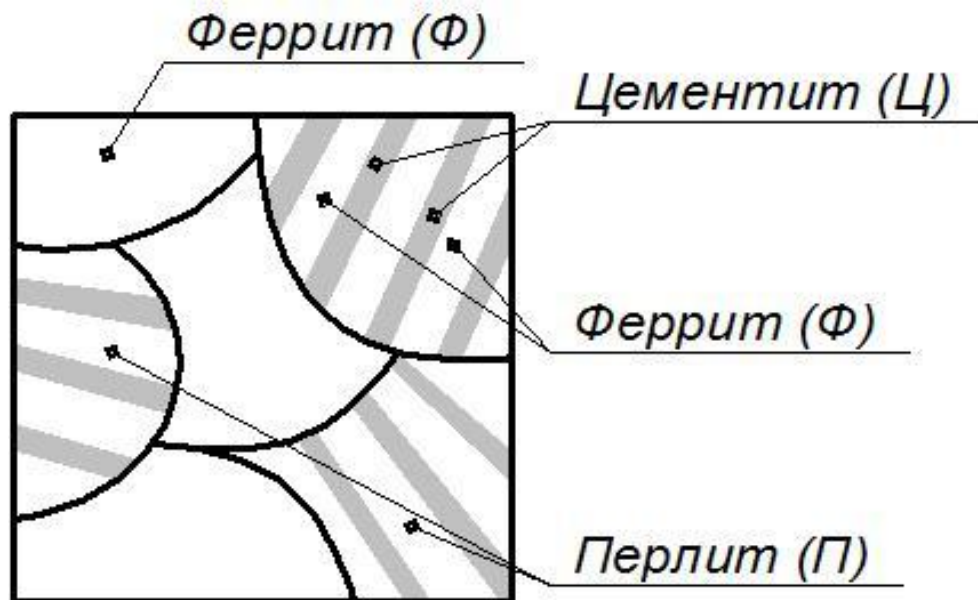
Марка: сталь 45

Химический состав: 0,45 % C; <0,17 - 0,37 % Si; 0,5-0,8 % Mn;  
<0,04 % S и <0,035 % P, остальное Fe

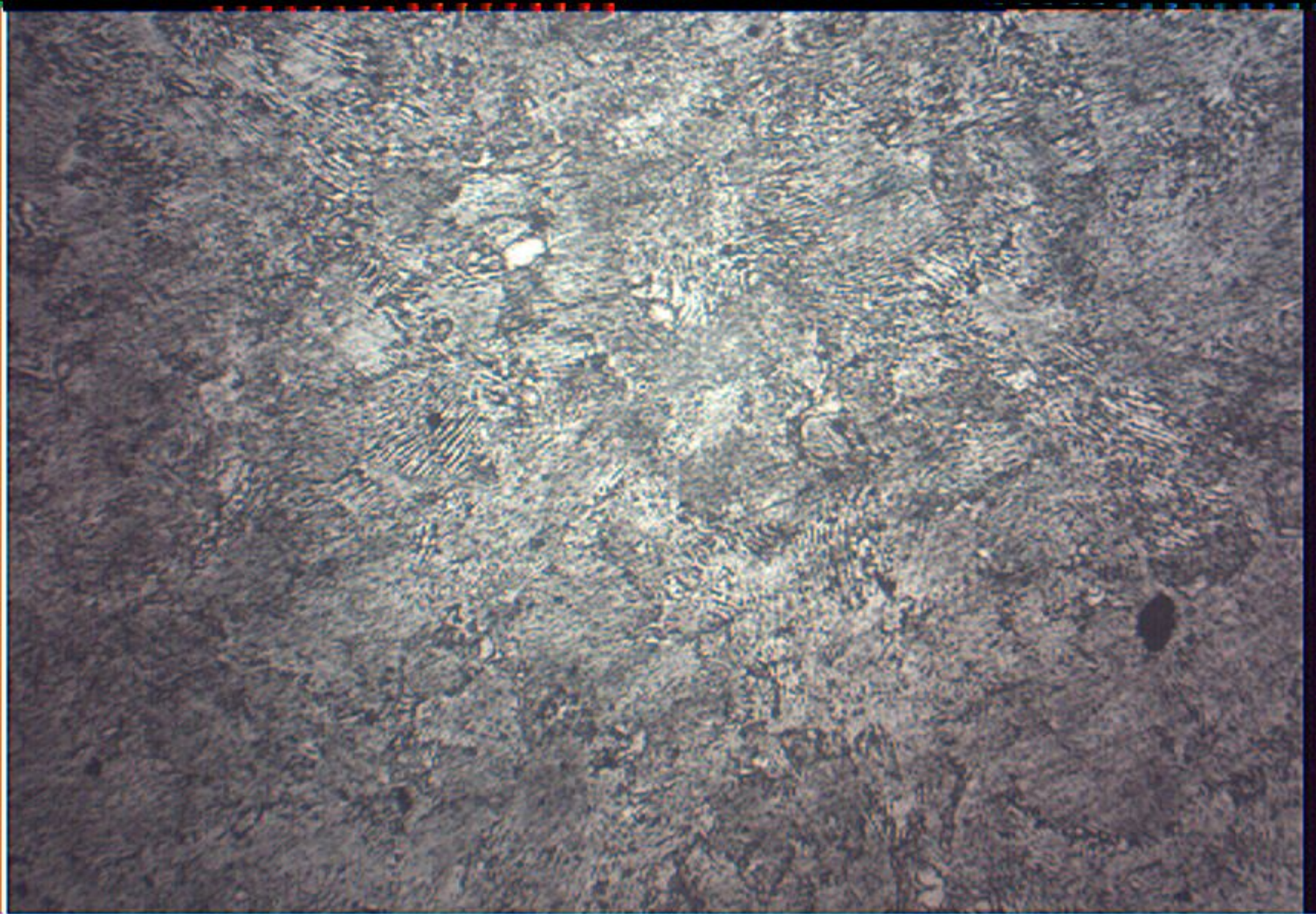
Свойства:  $\sigma_B = 650$  МПа

$\delta = 18\%$

1800 НВ

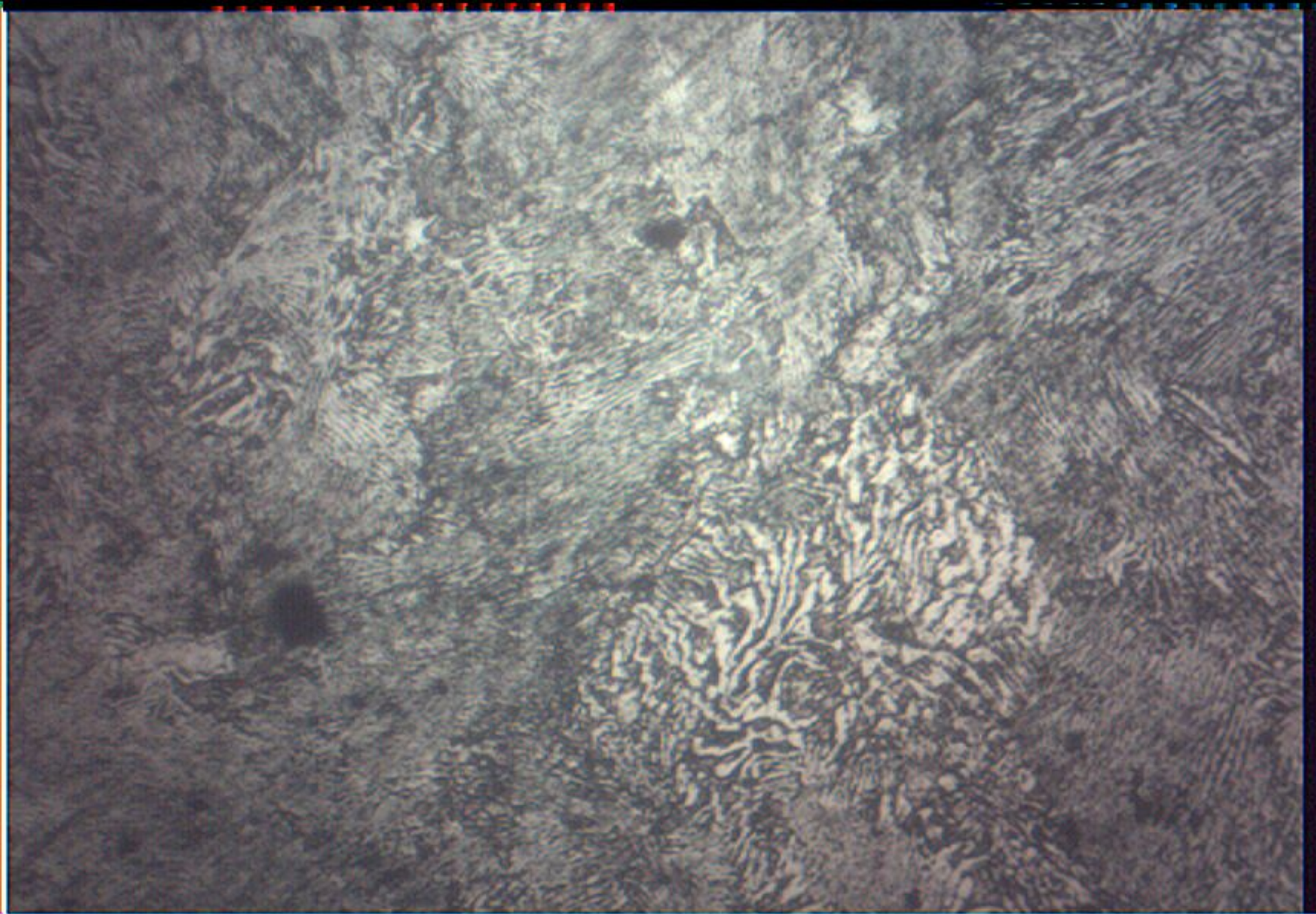






Образец №3

x486



Образец №3

x975

## Образец №3 – эвтектоидная сталь

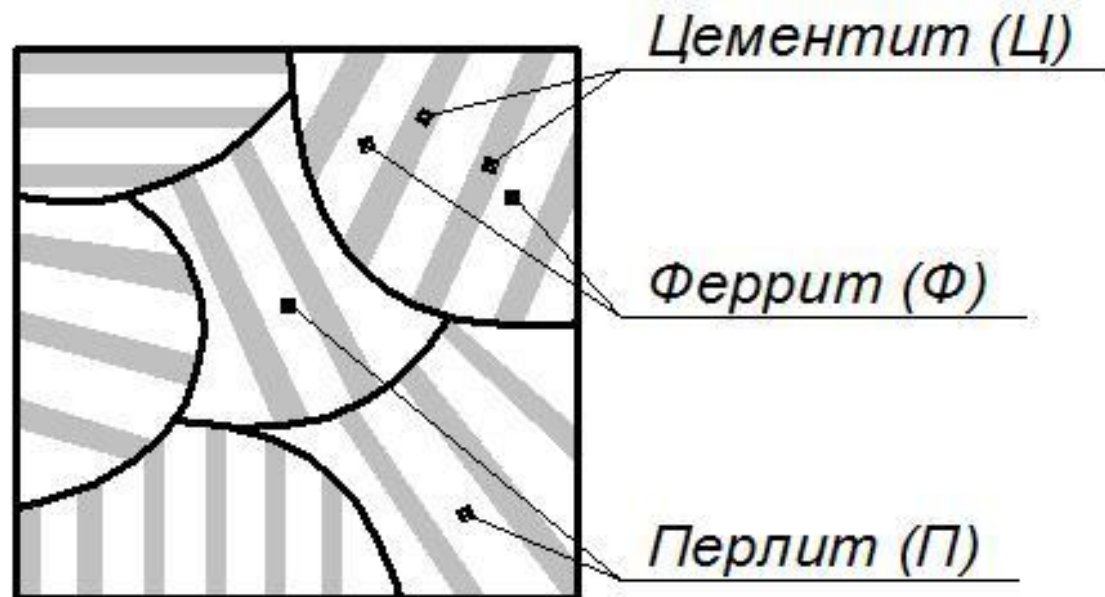
Марка: У8А

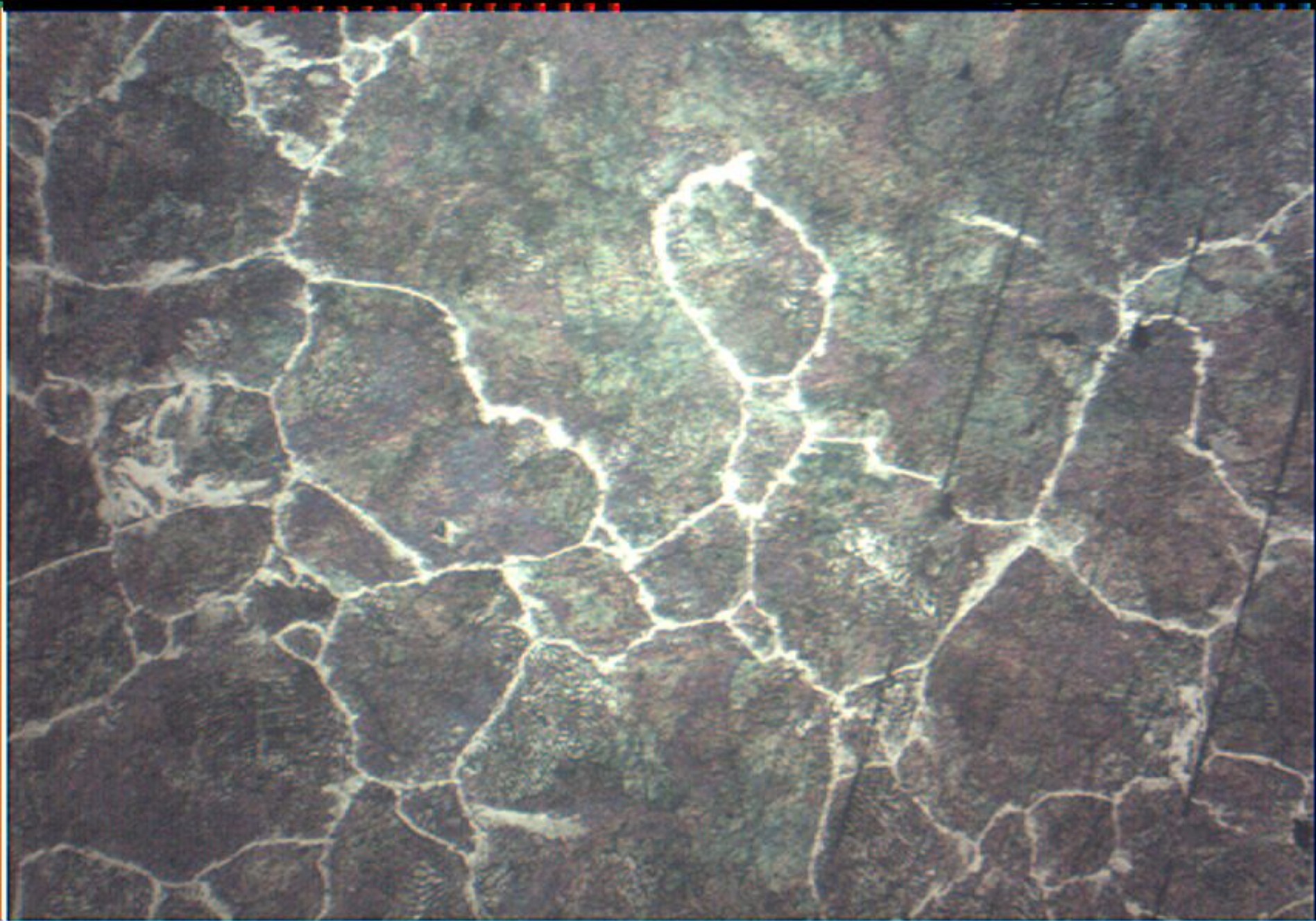
Химический состав: 0,8 % С; <0,17-0,33 % Si; 0,17-0,28 % Mn;  
<0,018 % S и <0,025 % P, остальное Fe

Свойства:  $\sigma_B = 950$  МПа

$\delta = 8\%$

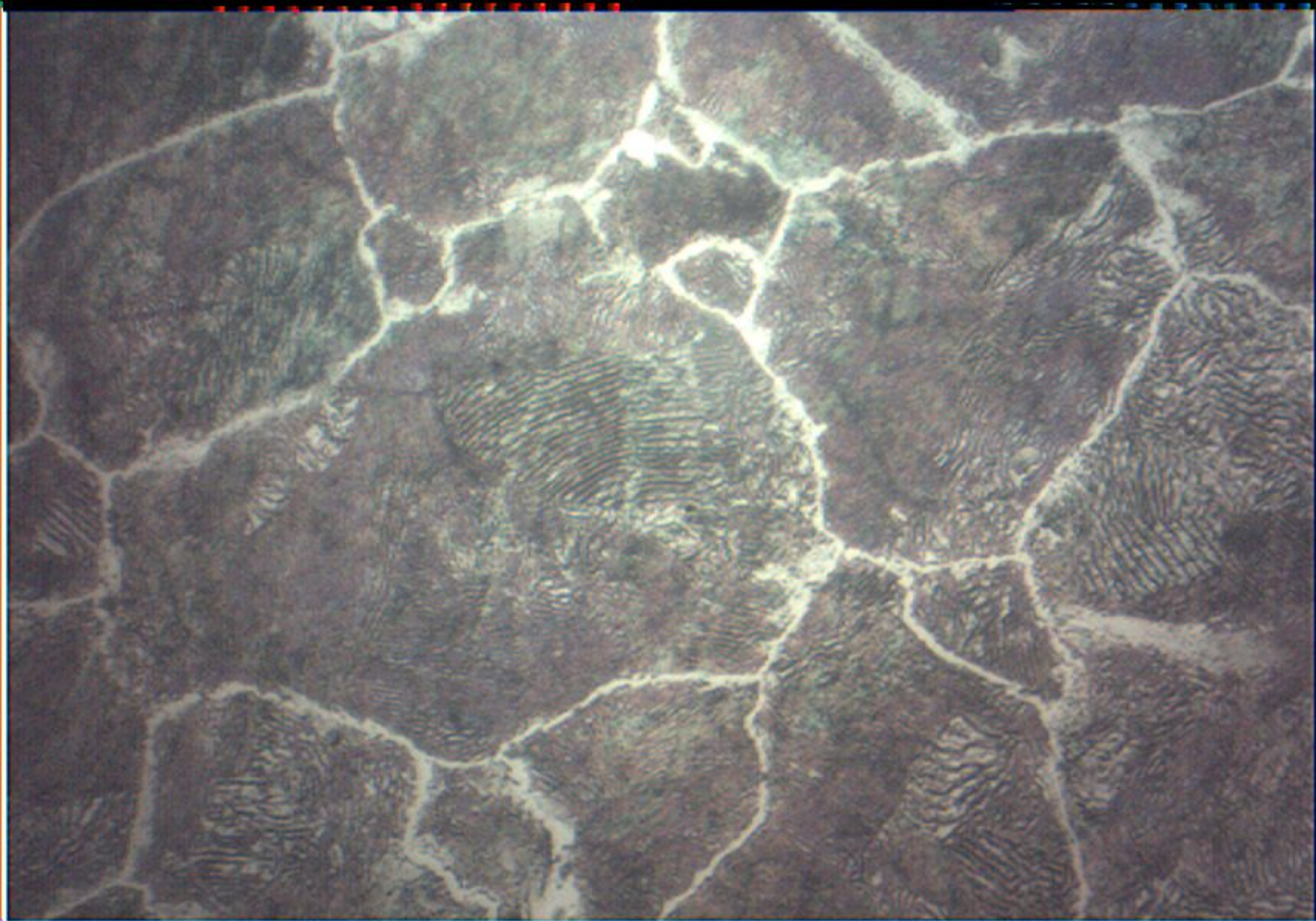
2700 НВ





Образец №4

x486



Образец №4

x975

## Образец №4 – заэвтектоидная сталь

Марка: У12

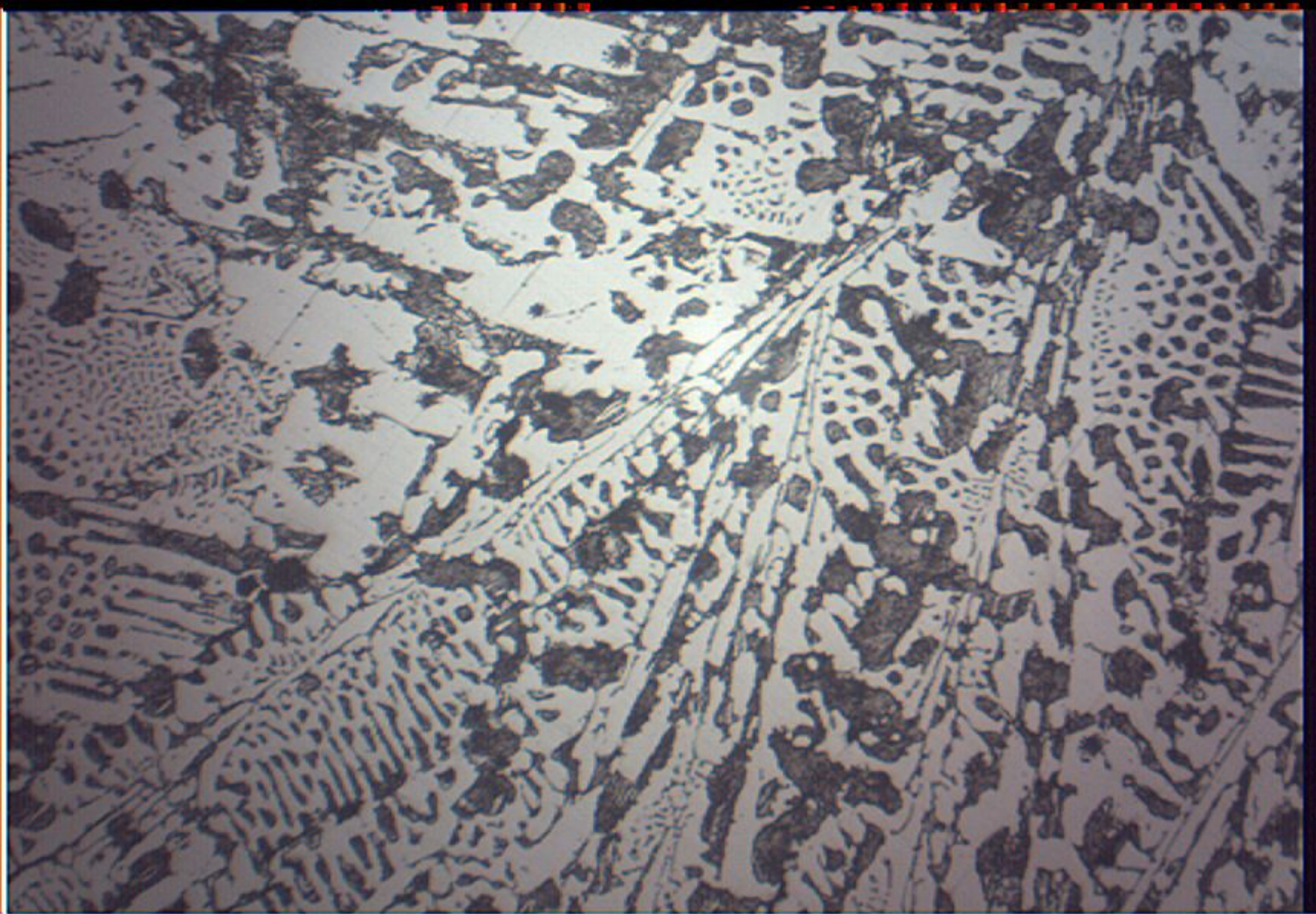
Химический состав: 1,2% С; <0,17-0,28 %Si; 0,17-0,28 % Mn;  
<0,03 % S и <0,03 % P, остальное Fe

Свойства:  $\sigma_B = 750$  МПа

$\delta = 2\%$

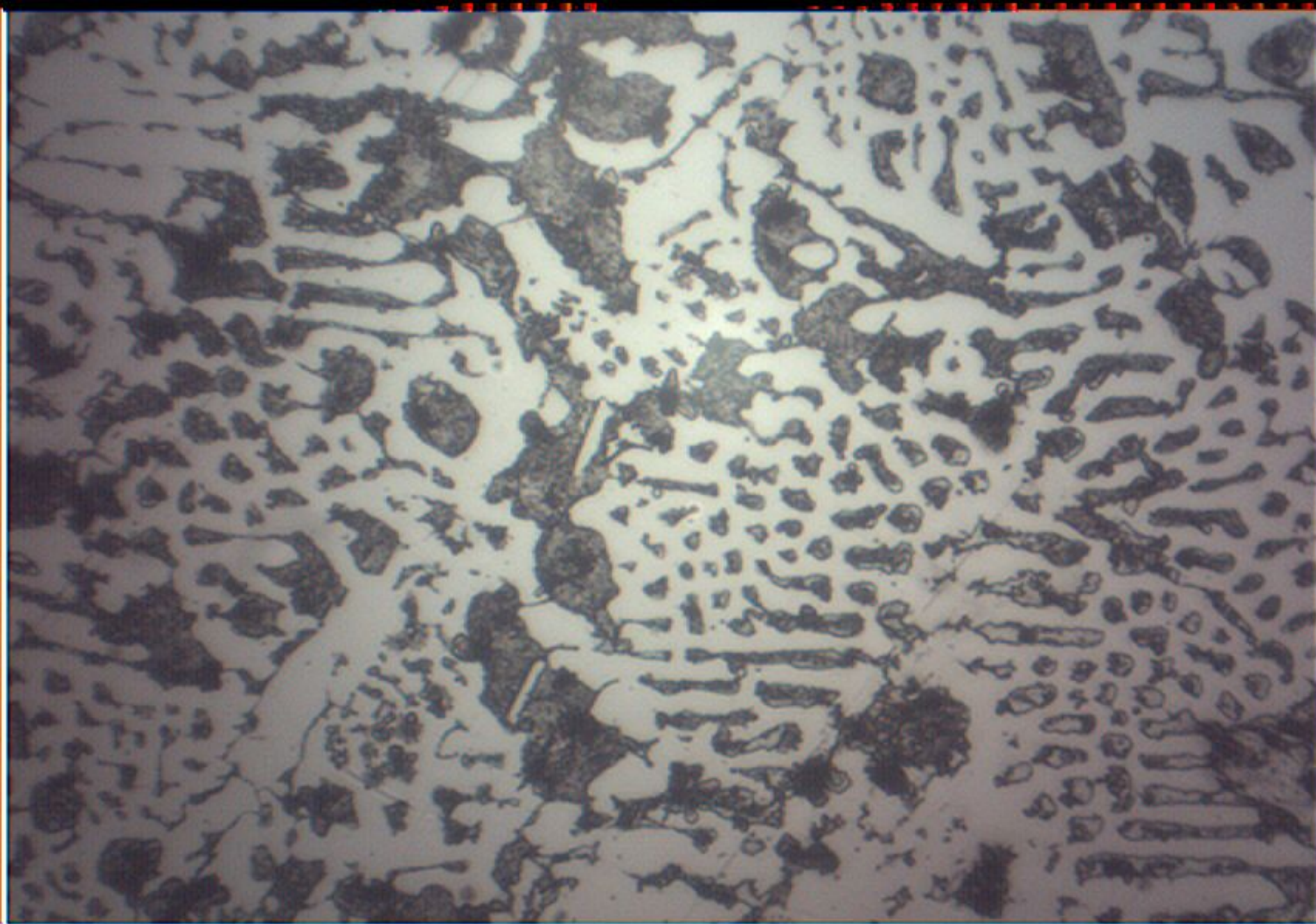
3500 НВ





Образец №5

x486



Образец №5

x975



## Образец №5 – белый эвтектический чугун

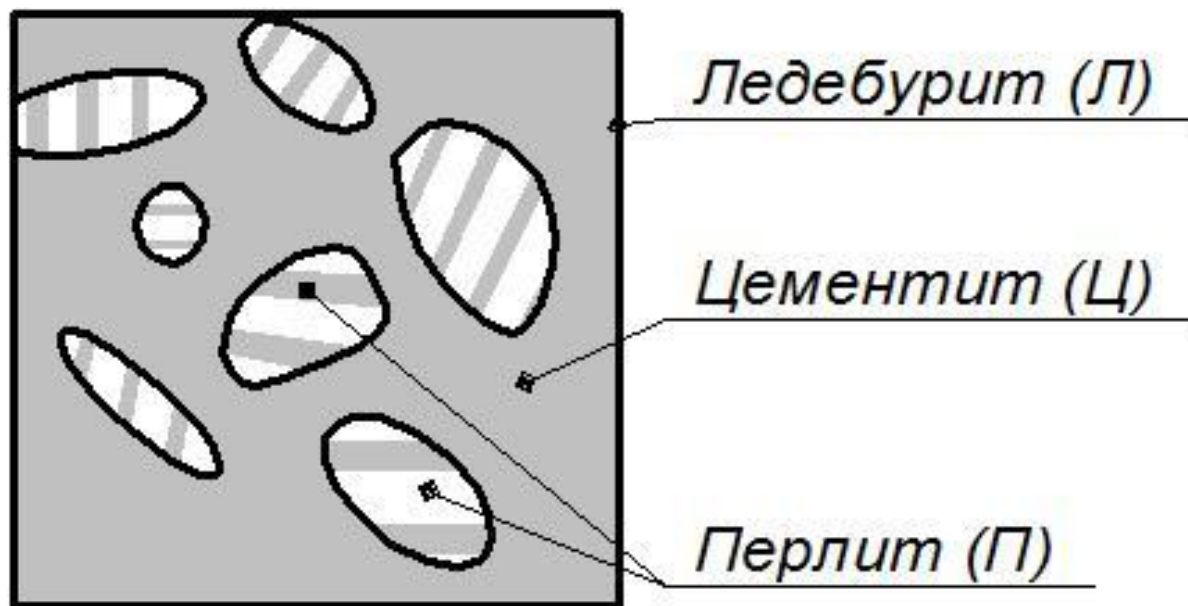
Марка: -

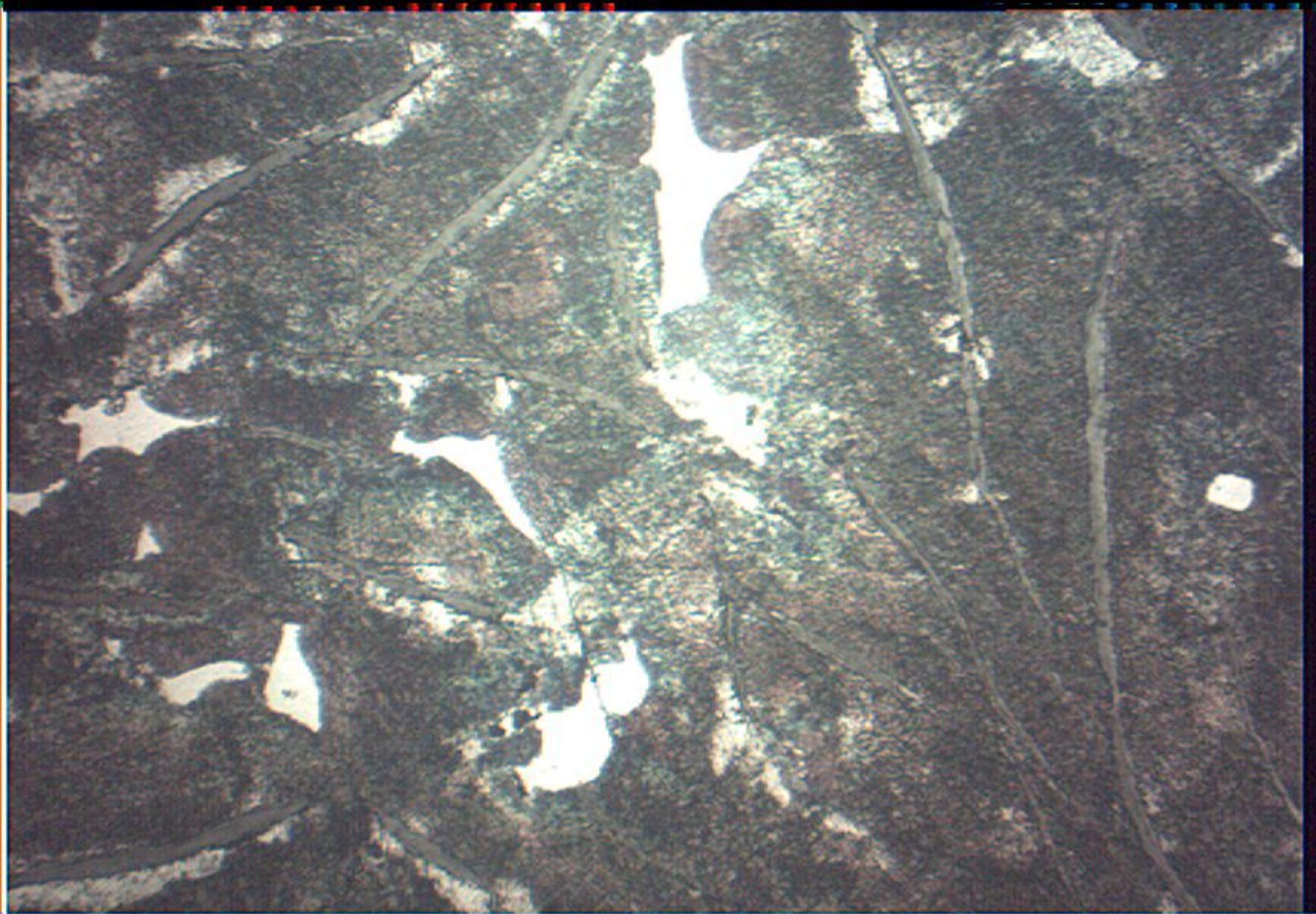
Химический состав: 4,3 % C; <1,0 % Si; 0,5 – 1,5 % Mn;  
<0,06 % S и <0,25 % P, остальное Fe

Свойства:  $\sigma_B = \text{---}$  МПа

$\delta = 0\%$

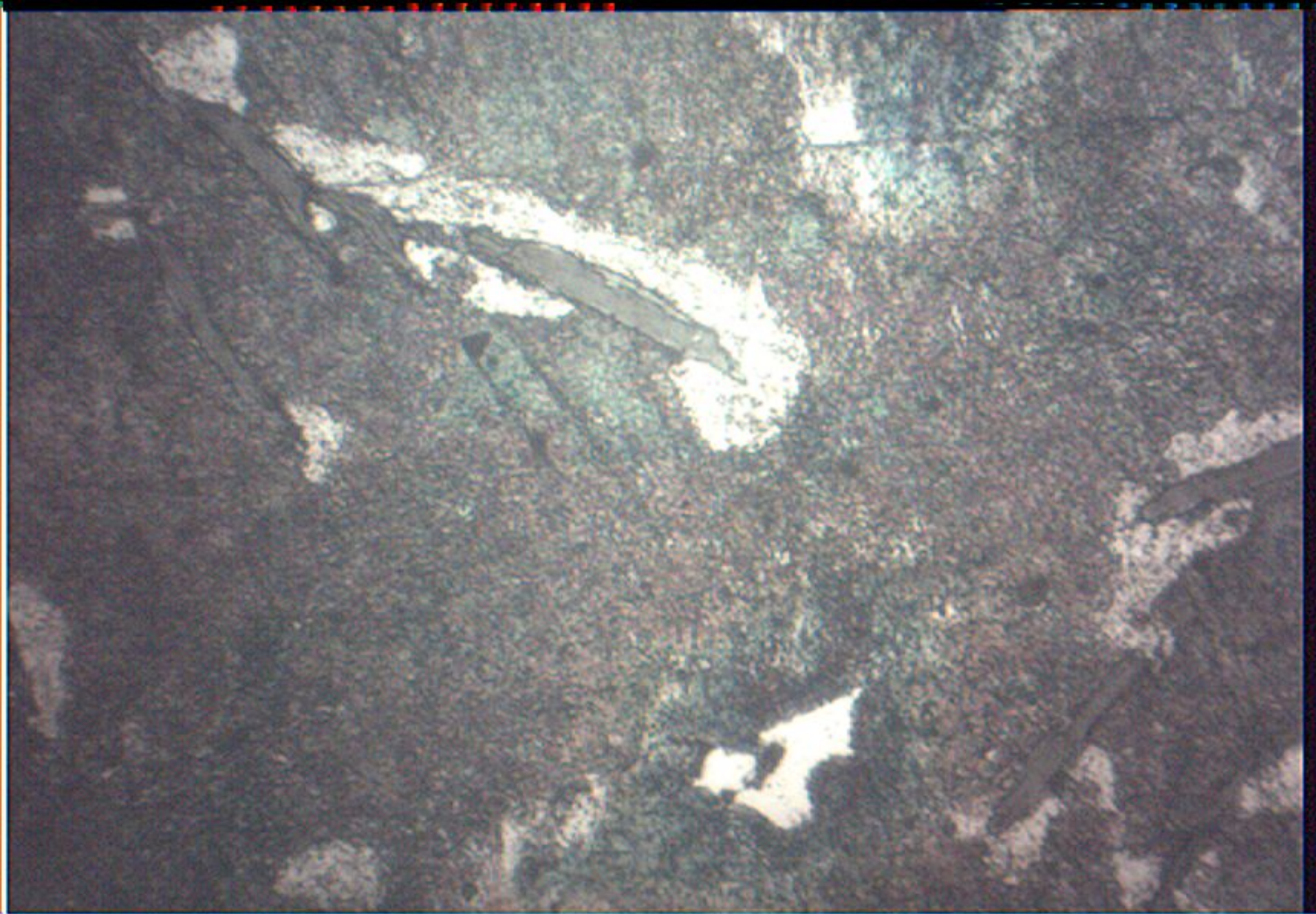
6000 - 6500 НВ





Образец №8

x486



Образец №8

x975

# Образец №6 – серый ферритно-перлитный чугун

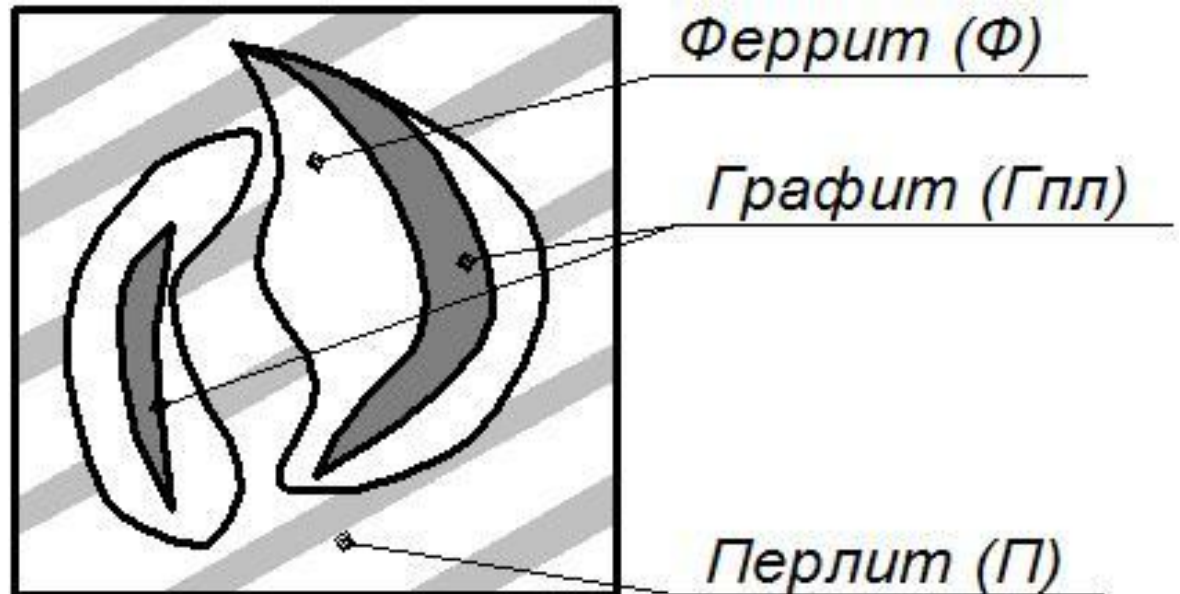
Марка: СЧ25

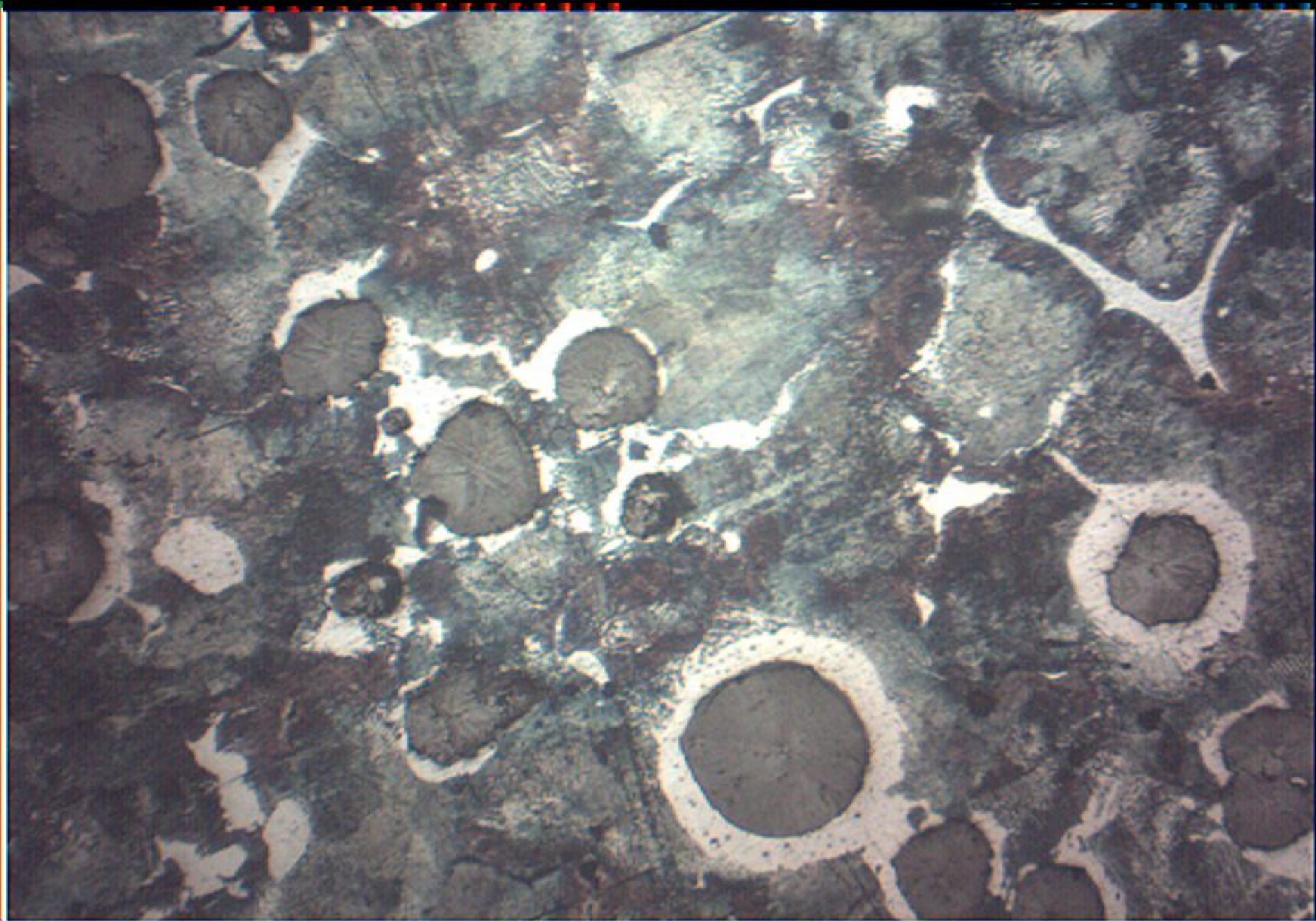
Химический состав: 3,2-3,4 % С; 1,4-2,2 % Si; 0,7-1 % Mn;  
<0,15 % S и <0,2 % P, остальное Fe

Свойства:  $\sigma_B = 250$  МПа

$\delta = 0,5\%$

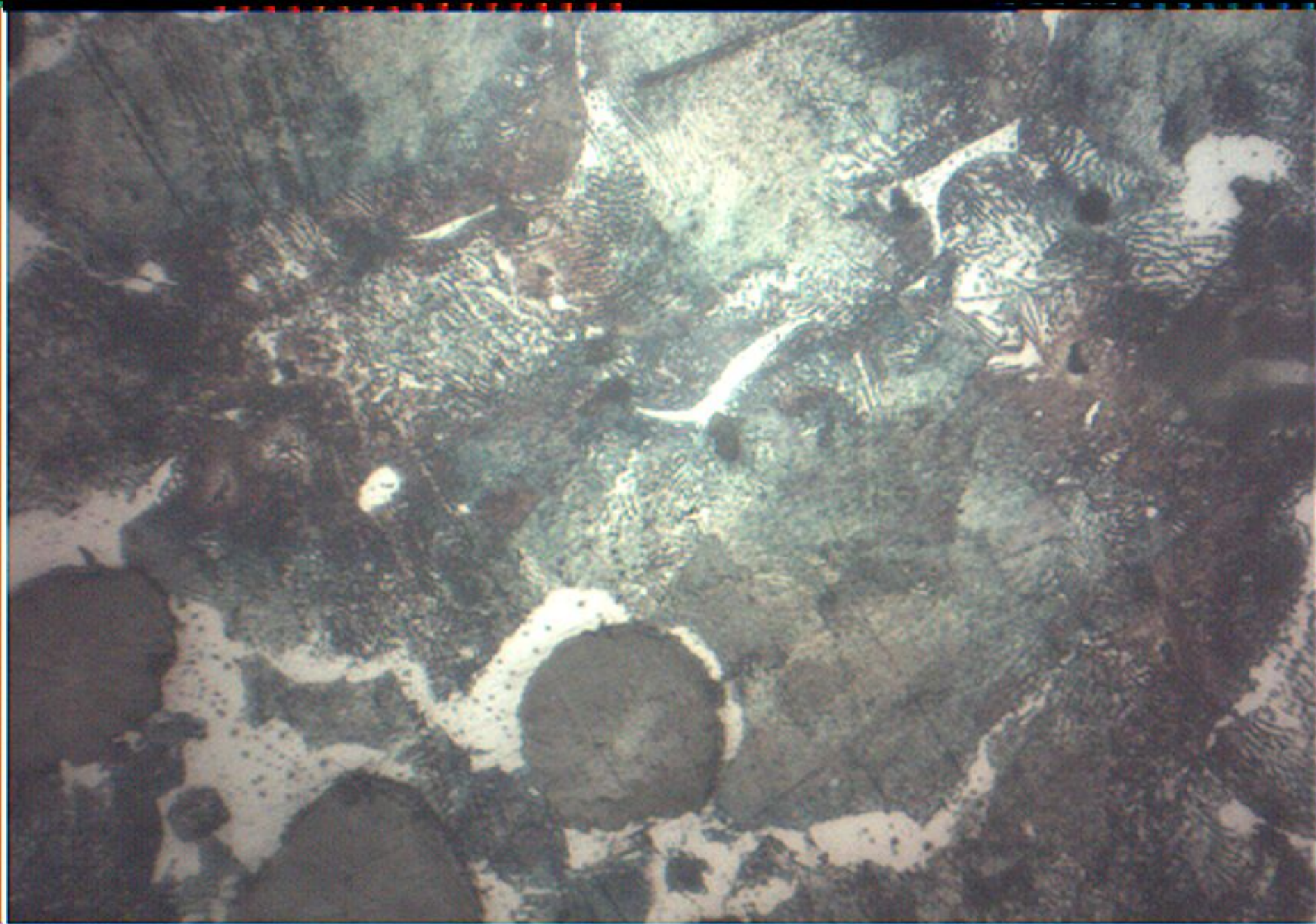
1560 - 2600 НВ





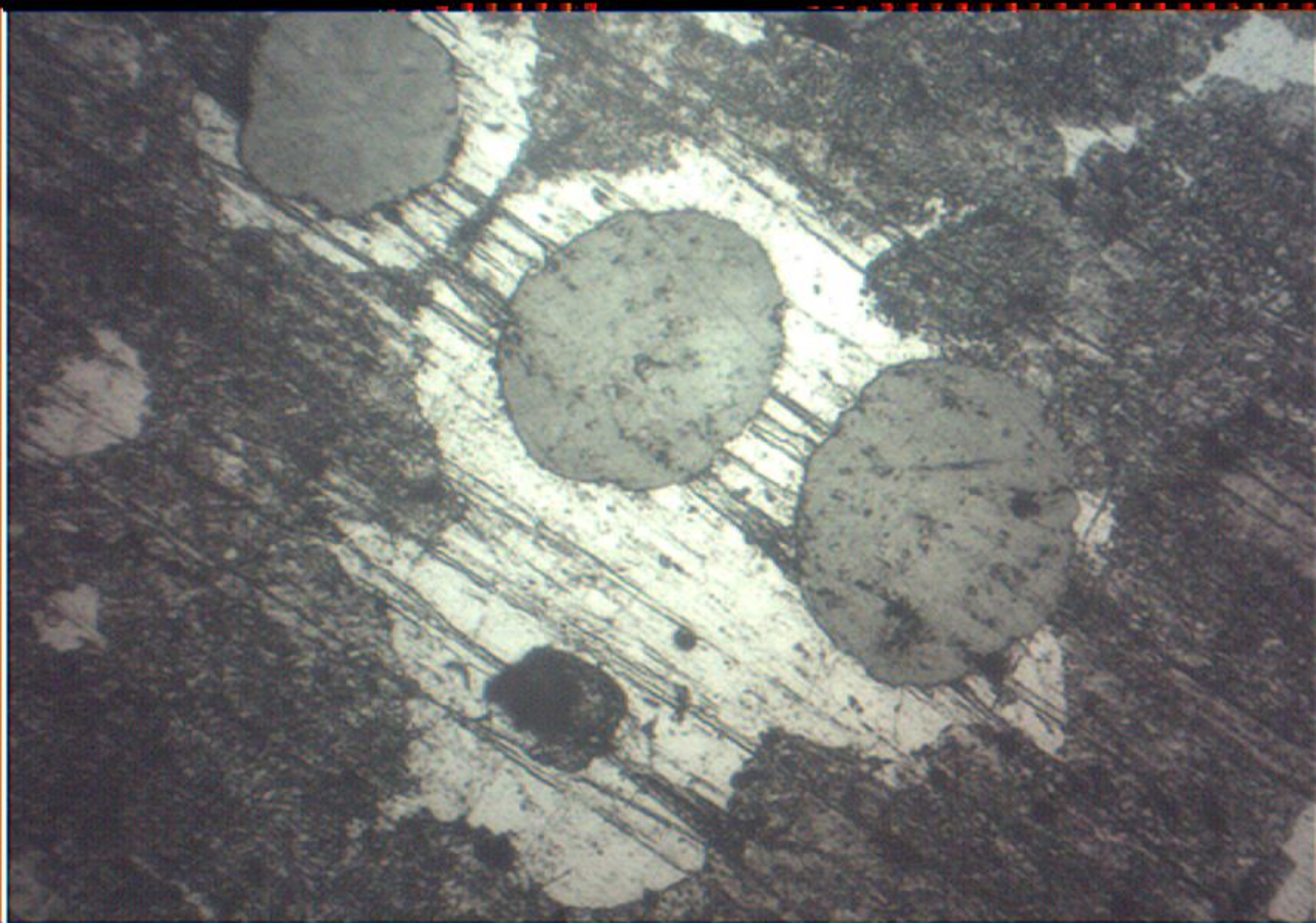
Образец №6

x486



Образец №6

x975



Образец №6

x975

**Образец №7** – высокопрочный ферритно-перлитный чугун

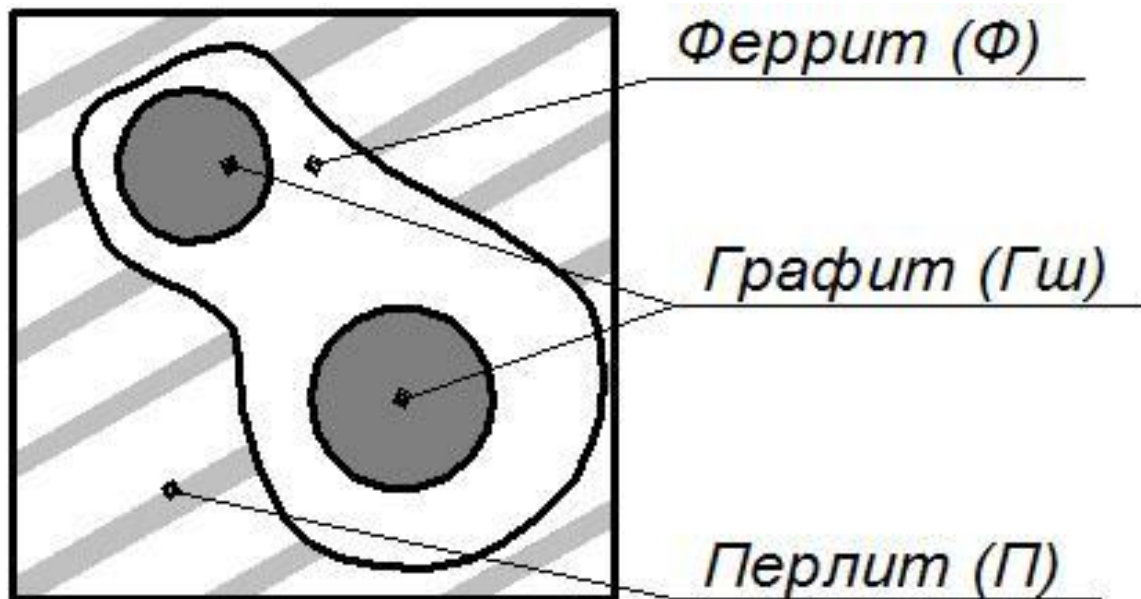
Марка: ВЧ 45

Химический состав: 2,7-3,8 % С; 0,5-2,9 % Si; 0,3-0,7 % Mn;  
<0,02 % S и <0,1 % P, остальное Fe

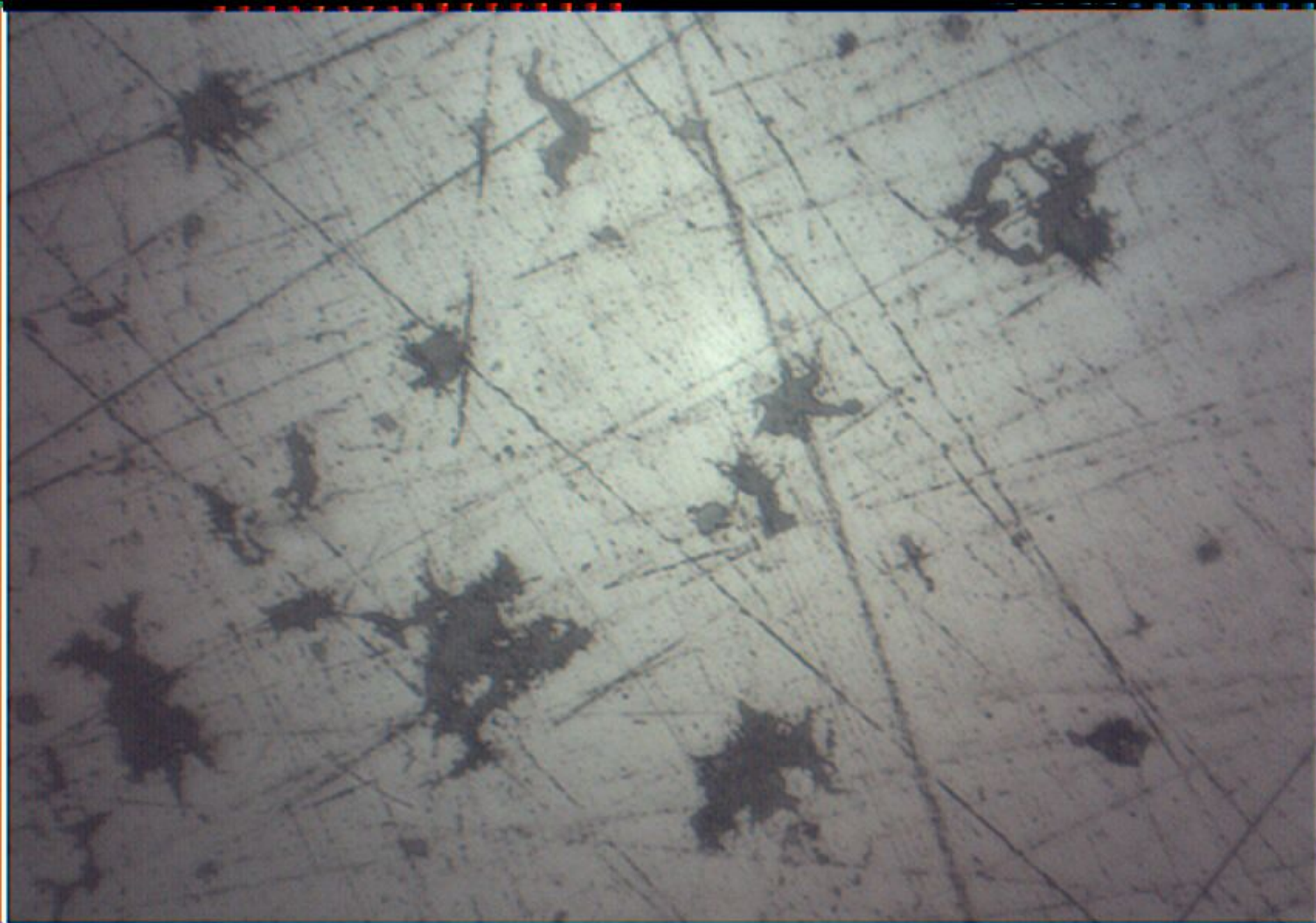
Свойства:  $\sigma_B = 450$  МПа

$\delta = 10\%$

1400 - 2250 НВ

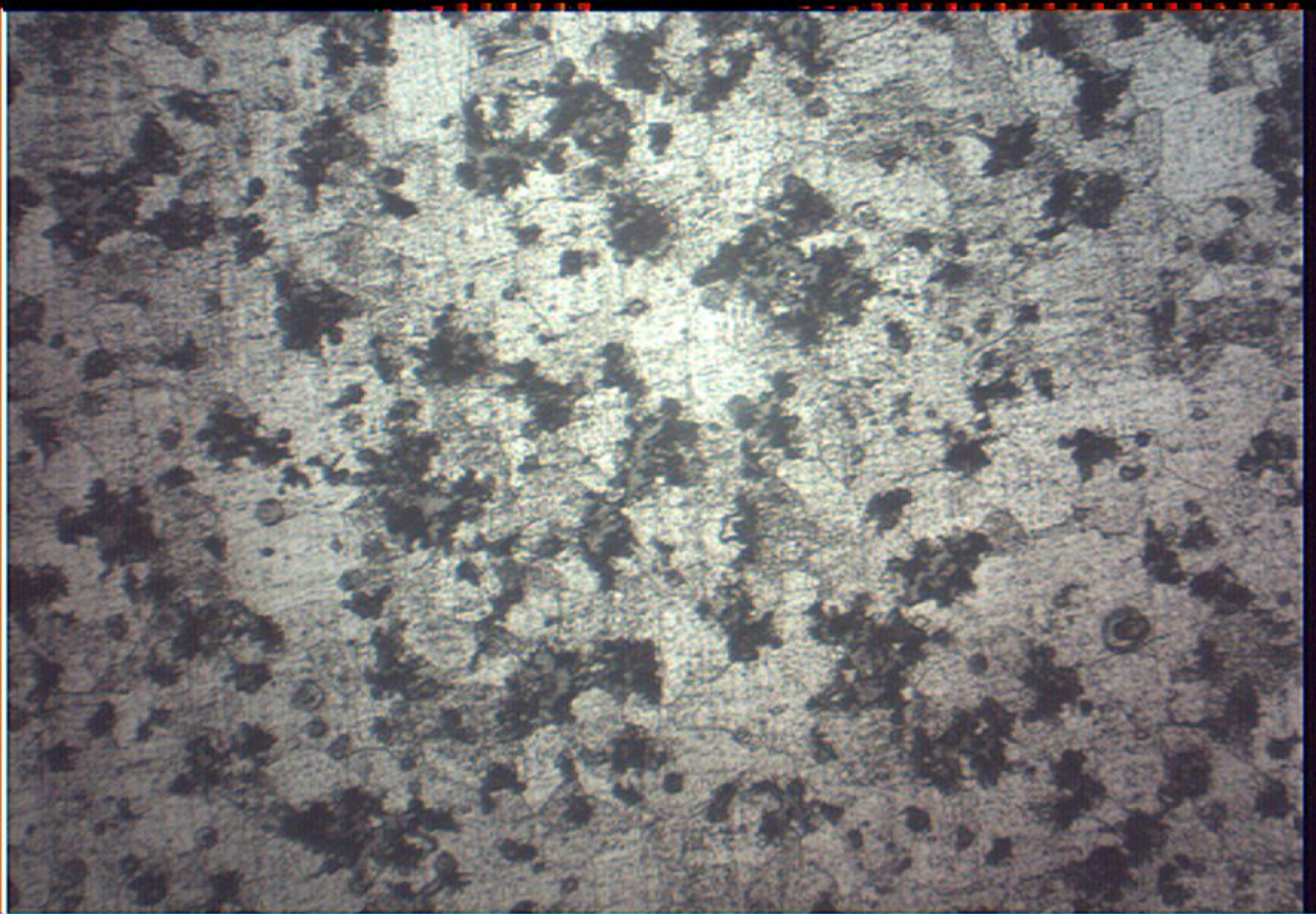






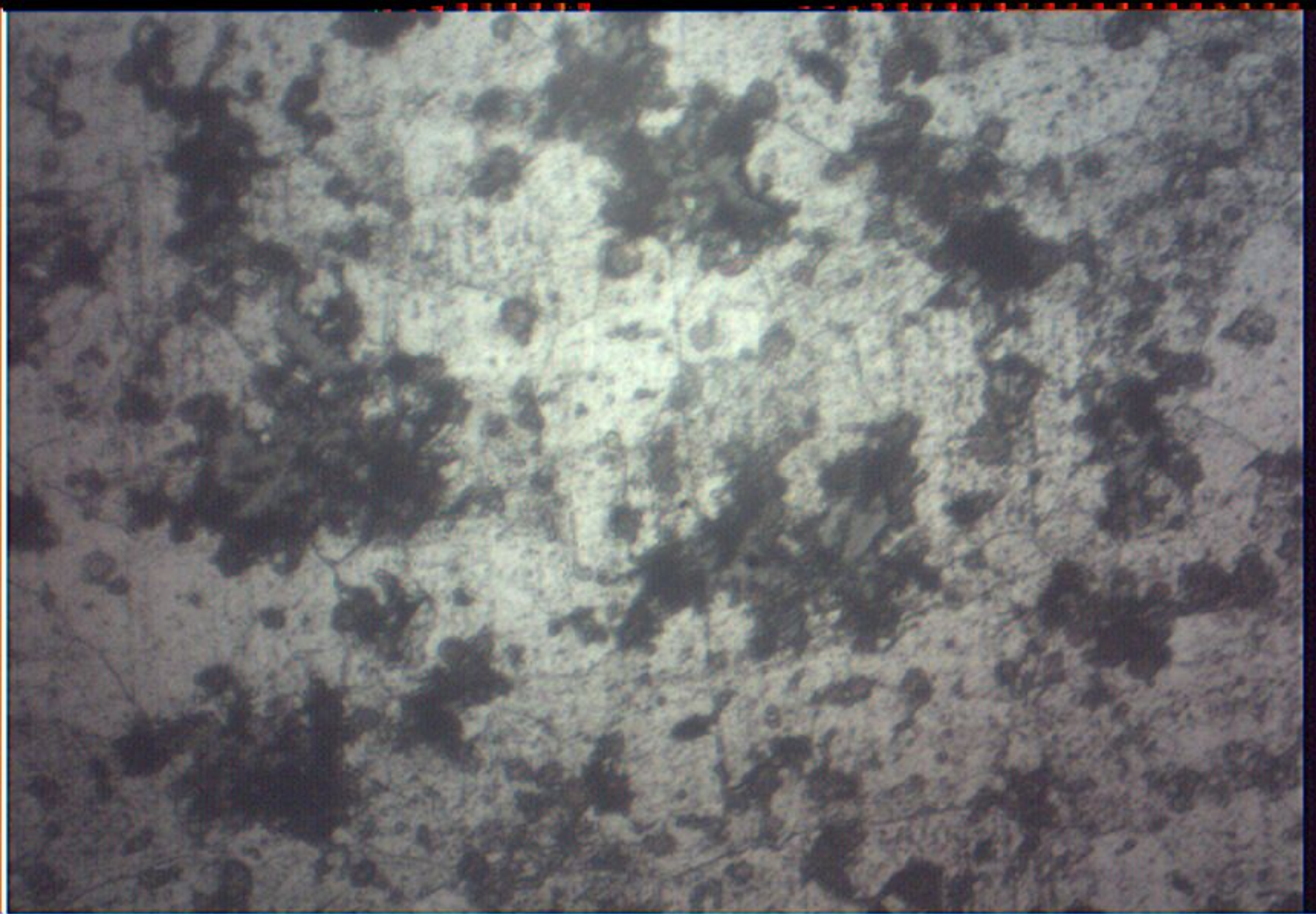
Образец №7 - нетравленный

x975



Образец №7

x486



Образец №7

x975

## Образец №8 – ковкий ферритный чугун

Марка: КЧ37-12

Химический состав: 2,4 - 2,7 % С; 1,2 - 1,4 % Si; 0,2 - 0,4 % Mn;  
<0,06 % S и <0,12 % P, остальное Fe

Свойства:  $\sigma_B = 370$  МПа

$\delta = 12\%$

1100 - 1630 НВ

