

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

ОТЛИВКИ ИЗ ЧУГУНА С РАЗЛИЧНОЙ ФОРМОЙ ГРАФИТА

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРУКТУРЫ

ГОСТ 3443—77

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СТАНДАРТОВ
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
Москва

gost.e-ecolog.ru

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

ОТЛИВКИ ИЗ ЧУГУНА С РАЗЛИЧНОЙ ФОРМОЙ ГРАФИТА

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРУКТУРЫ

ГОСТ 3443—77

Издание официальное

МОСКВА — 1977

РАЗРАБОТАН Центральным научно-исследовательским институтом технологии машиностроения (ЦНИИТМАШ)

Зам. директора **И. Р. Крянин**
Руководители темы: **Л. В. Ильичева, Н. Г. Осада**
Ответственный исполнитель **В. Н. Шепелюк**

ВНЕСЕН Министерством энергетического машиностроения

Зам. министра **П. О. Сирый**

ПОДГОТОВЛЕН К УТВЕРЖДЕНИЮ Всесоюзным научно-исследовательским институтом стандартизации (ВНИИС)

Директор **А. В. Гличев**

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 23 марта 1977 г. № 702

© Издательство стандартов 1977

УДК 621.74.046.2:669.13.001.4:006.354 Группа В39

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

ОТЛИВКИ ИЗ ЧУГУНА С РАЗЛИЧНОЙ ФОРМОЙ ГРАФИТА

Методы определения структуры

Cast-iron Castings with grafite of different form.
Methods of structure determination

ГОСТ 3443—77

Взамен ГОСТ 3443—57

Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 23 марта 1977 г. № 702 срок действия установлен

с 01.01 1978 г.
до 01.01 1983 г.

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт распространяется на отливки из чугуна конструкционного назначения с различной формой графита и устанавливает методы определения структуры серого чугуна с пластинчатым графитом, высокопрочного чугуна с шаровидным графитом и ковкого чугуна с компактным графитом.

Стандарт предназначен для оценки структуры нелегированного и низколегированного чугуна в литом состоянии, подвергнутого отжигу для снятия внутренних напряжений, высокотемпературному отжигу, нормализации или другим видам термической обработки для получения необходимой структуры.

Стандарт не распространяется на высоколегированный чугун.

Стандарт полностью соответствует рекомендации СЭВ РС 35—72. Стандарт соответствует международному стандарту ИСО 945 в части, касающейся методики построения шкал для оценки формы, размеров и распределения включений графита.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Структуру чугуна определяют по графиту и металлической основе.

При определении графита оценке подлежат: форма, распределение, размеры и количество включений графита.

При определении металлической основы оценке подлежат: вид структуры, форма перлита, количество перлита и феррита, дисперсность перлита, количество и площадь включений цементита

Издание официальное **Перепечатка воспрещена**

(или цементита ледебурита), строение, распределение, размер ячеек сетки и площадь включений фосфидной эвтектики.

1.2. Для обозначения структурных составляющих и их характерных особенностей применяют условные обозначения, указанные в табл. 1.

Таблица 1

Структурная составляющая	Оцениваемый параметр	Условное обозначение
Графит	Форма включений	$Г_ф$
	Размер включений	$Г_{раз}$ и значение среднего размера (длина или диаметр) включений графита в микрометрах
	Распределение включений	$Г_р$
	Количество включений	Г и значение средней площади (в процентах), занятой графитом на микрошлифе
Металлическая основа:		
вид структуры	Феррит	Фе
	Перлит пластинчатый	Пт1
	Перлит зернистый	Пт2
	Троостит	Т
	Бейнит	Б
	Мартенсит	М
Перлит (или феррит)	Количество	П (или Фе) и значение средней площади (в процентах), занятой этими составляющими на микрошлифе
Перлит	Дисперсность	$П_д$ и значение среднего расстояния (в микрометрах) между пластинами цементита
Цементит (или цементит ледебурита)	Количество включений	Ц и значение средней площади (в процентах), занятой цементитом на микрошлифе
	Площадь включений	$Ц_п$ и значение средней площади изолированных включений цементита (в квадратных микрометрах)
Фосфидная эвтектика	Строение: псевдодвойная — фосфид и феррит	Ф1
	псевдодвойная — фосфид и цементит	Ф2
	тройная мелкозернистая	Ф3
	тройная игольчатая	Ф4
	тройная и пластины цементита	Ф5

Продолжение табл. 1

Структурная составляющая	Оцениваемый параметр	Условное обозначение
	Размер ячеек сетки	$Ф_{раз}$ и значение среднего диаметра ячеек сетки (в микрометрах)
	Площадь включений	$Ф_{п}$ и цифровое значение средней площади изолированных включений (в квадратных микрометрах)
	Распределение	$Ф_{р}$

2. ОТБОР И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОБРАЗЦОВ

2.1. Образцы для приготовления шлифов для определения структуры вырезают из отливок, приливов к ним или из специально отлитых брусков, используемых при изготовлении образцов для механических испытаний.

Не допускается применять образцы, вырезанные из стояка, выпора или прибыли.

Допускается подготовка шлифа на рабочей поверхности отливки без вырезки специального образца.

2.2. Отбор образцов и изготовление шлифов для определения структуры производят таким образом, чтобы не нарушить структуру чугуна.

Если в технической документации на отливку указана термическая обработка, то образцы для анализа структуры отбирают после данной термической обработки.

Специально отлитые бруски для образцов подвергают термической обработке вместе с отливкой.

2.3. Порядок отбора и количество образцов для определения структуры указываются в технической документации на отливку.

Без указания в технической документации образцы отбирают по соглашению изготовителя с потребителем.

2.4. При вырезке образцов из отливок следует учитывать неоднородность структуры чугуна в зависимости от толщины стенки и длины отливки.

Образцы отбирают таких размеров и сечений, чтобы они давали полное представление о структуре отливки.

Для толстостенных отливок образец должен быть площадью не менее 3 $см^2$, для тонкостенных — не менее 0,2 $см^2$.

Место вырезки образцов из отливки должно быть определено на чертеже.

При определении структуры на образцах, вырезанных из приливов к отливкам, необходимо, чтобы толщина стенки и условия кристаллизации прилива и отливки были одинаковыми.

Размер прилива и его расположение на отливке должны быть указаны на чертеже.

При определении структуры непосредственно на рабочей поверхности отливки переносным микроскопом шлиф изготовляют после механической обработки, которая указана на чертеже отливки.

3. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

3.1. Поверхность шлифа должна быть зеркальной, без рисок от операций шлифования и полирования, окислов и других загрязнений.

3.2. Исследование графита производят на нетравленном шлифе, а металлической основы — на шлифе после травления.

Для травления поверхности шлифа применяют реактивы, приведенные в рекомендуемом приложении 1.

3.3. Для определения структуры чугуна шлифы просматривают под микроскопом при следующих увеличениях:

общего представления о структуре — при увеличении от 10 до 200 раз;

формы, характера распределения, размеров включений и количества графита — при увеличении в 100 раз;

типа металлической основы — перлит пластинчатый и зернистый, троостит, бейнит, мартенсит — при увеличении в 500 раз. Для более точного определения допускается применять микроскоп с большим увеличением;

количества перлита или феррита — при увеличении в 100 раз;

дисперсности пластинчатого перлита — при увеличении в 500 раз;

строения включений фосфидной эвтектики — при увеличении в 500 раз;

характера распределения включений фосфидной эвтектики — при увеличении в 20—50 раз;

диаметра ячеек сетки фосфидной эвтектики — при увеличении в 20—100 раз;

площади включений фосфидной эвтектики — при увеличении в 100 раз;

количества и площади включений цементита (или цементита ледебурита) — при увеличении в 100 раз.

3.4. Оценка структуры чугуна производится визуально сопоставлением структуры, видимой в микроскопе, со структурой соответствующей шкалы.

По соглашению изготовителя с потребителем в отдельных случаях для более точного количественного анализа структуры допускается применять линейный, точечный или планиметрический методы, а также специальные установки (Квантимет, Клазимат и др.).

3.5. Определение графита

3.5.1. В зависимости от формы включений графита структура чугуна оценивается по шкале 1 обязательного приложения 2.

Если в структуре чугуна имеется графит различной формы, то следует визуально оценивать процентную долю каждой формы или ее примерное количество и указывать при обозначении структуры.

3.5.2. В зависимости от размера (длины или диаметра) включений графита структура чугуна с пластинчатым графитом оценивается по табл. 2 и шкале 2, ряд 1, а с шаровидным и компактным графитом — по табл. 2 и шкале 2, ряд 2 и 3, приложения 2.

Таблица 2

Обозначение	Длина включений графита, мкм	Диаметр включений графита, мкм
$Г_{раз}15$	До 15	До 15
$Г_{раз}25$	Св. 15 до 30	Св. 15 до 30
$Г_{раз}45$	» 30 » 60	» 30 » 60
$Г_{раз}90$	» 60 » 120	» 60 » 120
$Г_{раз}180$	» 120 » 250	» 120 » 250
$Г_{раз}360$	» 250 » 500	» 250 » 500
$Г_{раз}750$	» 500 » 1000	—
$Г_{раз}1000$	» 1000	—

Определение размеров включений графита производится по средней длине или диаметру трех наибольших включений на микрошлифе, измеренных не менее чем в трех полях зрения.

Если в структуре чугуна имеется графит различной формы, размеры включений определяются для каждой формы.

3.5.3. В зависимости от распределения включений графита структура чугуна с пластинчатым графитом оценивается по шкале 3 приложения 2.

3.5.4. В зависимости от количества включений графита структура чугуна оценивается по табл. 3 и шкале 4 приложения 2: для пластинчатого графита — ряд 1, для шаровидного — ряд 2.

Таблица 3

Обозначение	Площадь, занятая графитом, %
Г2	До 3
Г4	Св. 3 до 5
Г6	» 5 » 8
Г10	» 8 » 12
Г12	» 12

Количество включений графита оценивается средним процентом площади, занятой ими на микрошлифе, и определяется не менее чем в трех полях зрения.

3.6. Определение металлической основы

3.6.1. В зависимости от вида структуры металлическая основа чугуна определяется по шкале 5 приложения 2.

Если в структуре чугуна имеется металлическая основа различных видов, следует визуально оценить процентную долю каждого вида и указать ее при обозначении структуры.

Оценка троостита, бейнита и мартенсита производится в том случае, если есть указания в нормативно-технической документации на отливку.

3.6.2. В зависимости от количества перлита или феррита в процентах (перлит+феррит=100) структура чугуна оценивается по табл. 4 и шкале 6 приложения 2: для крупных и средних отливок из чугуна с пластинчатым графитом при малой скорости их охлаждения — ряд 1, для тонкостенных отливок из чугуна с пластинчатым графитом при повышенной и высокой скорости их охлаждения — ряд 2, для отливок из чугуна с шаровидным графитом — ряд 3, для отливок из ковкого чугуна — ряд 4.

Таблица 4

Обозначение	Площадь, занятая перлитом, %	Обозначение	Площадь, занятая перлитом, %
П	Св. 98	Фе0	До 2
П96	» 94 до 98	Фе4	Св. 2 до 6
П92	» 90 » 94	Фе8	» 6 » 10
П85	» 80 » 90	Фе15	» 10 » 20
П70	» 60 » 80	Фе30	» 20 » 40
П45	» 30 » 60	Фе55	» 40 » 70
П20	» 10 » 30	Фе80	» 70 » 90
П6	» 2 » 10	Фе94	» 90 » 98
П0	» 2	Фе	» 98

Количество перлита или феррита оценивается средним процентом площади, занятой этими структурными составляющими на шлифе и определенной не менее чем в трех полях зрения.

3.6.3. В зависимости от степени дисперсности пластинчатого перлита структура чугуна оценивается по табл. 5 и шкале 7 приложения 2.

Таблица 5

Обозначение	Расстояние между пластинами цементита, мкм
$П_д0{,}3$	До 0,3
$П_д0{,}5$	Св. 0,3 до 0,8
$П_д1{,}0$	» 0,8 » 1,3
$П_д1{,}4$	» 1,3 » 1,6
$П_д1{,}6$	» 1,6

Дисперсность пластинчатого перлита определяется средним расстоянием между пластинами цементита. Измерение этого расстояния производится в зернах перлита наибольшей дисперсности, где пластинки цементита расположены перпендикулярно к плоскости шлифа. При необходимости более точного определения дисперсности перлита следует пользоваться методом оценки, приведенным в рекомендуемом приложении 1.

3.6.4. В зависимости от строения фосфидной эвтектики структура оценивается по шкале 8А приложения 2: при травлении шлифа 4%-ным спиртовым раствором азотной кислоты — ряд 1, при травлении шлифа нагретым до 70—80°С раствором Мураками — ряд 2.

3.6.5. В зависимости от характера распределения включений фосфидной эвтектики структура чугуна оценивается по шкале 8Б приложения 2: при увеличении в 20 раз — верхний ряд, при увеличении в 50 раз нижний ряд.

3.6.6. В зависимости от диаметра ячеек сетки фосфидной эвтектики, определяемого средним размером трех наибольших ячеек, структура чугуна оценивается по табл. 6 и шкале 8В приложения 2: при увеличении в 20 раз — верхний ряд, при увеличении в 100 раз — нижний ряд.

3.6.7. В зависимости от размера изолированных включений фосфидной эвтектики, определяемой средней площадью трех наибольших включений, структура чугуна оценивается по табл. 7 и шкале 8Г приложения 2.

Таблица 6

Обозначение	Диаметр ячеек сетки, мкм
$Ф_{раз}250$	До 250
$Ф_{раз}400$	Св. 250 до 500
$Ф_{раз}650$	» 500 » 750
$Ф_{раз}1000$	» 750 » 1250
$Ф_{раз}1250$	» 1250

Таблица 7

Обозначение	Площадь наибольших включений, мкм²
$Ф_{п}2000$	До 2000
$Ф_{п}6000$	Св. 2000 до 10000
$Ф_{п}13000$	» 10000 » 16000
$Ф_{п}20000$	» 16000 » 25000
$Ф_{п}25000$	» 25000

3.6.8. В зависимости от количества цементита или цементита ледебурита структура чугуна оценивается по табл. 8 и шкале 9А приложения 2.

Количество цементита или цементита ледебурита оценивается средним процентом площади, занимаемой этими включениями на шлифе и определяемой не менее чем в трех полях зрения.

3.6.9. В зависимости от размера изолированных включений цементита или цементита ледебурита, определяемого средней площадью трех наибольших включений, структура чугуна оценивается по табл. 9 и шкале 9Б приложения 2.

При наличии в структуре чугуна мелких включений цементита площадью менее 2000 мкм^2 в количестве до 1% (одно-два включения в двух-трех полях зрения) их следует оценивать как «следы».

Таблица 8

Обозначение	Площадь, занятая цементитом или цементитом ледебурита, %
Ц2	До 2
Ц4	Св. 2 до 5
Ц10	» 5 » 15
Ц25	» 15 » 40
Ц40	» 40

Таблица 9

Обозначение	Площадь наибольших включений цементита или цементита ледебурита, мкм^2
$Ц_п2000$	До 2000
$Ц_п6000$	Св. 2000 до 10000
$Ц_п13000$	» 10000 » 16000
$Ц_п20000$	» 16000 » 25000
$Ц_п25000$	» 25000

Примеры записи результатов определения

Структура чугуна с равномерно распределенным пластинчатым графитом прямолинейной формы длиной 60—120 мкм; перлит пластинчатый в количестве от 30 до 60% с межпластинчатым расстоянием 0,5 мкм; фосфидная эвтектика тройная, игольчатого строения, в виде отдельных включений площадью более 2000 до 10000 мкм^2:

$Г_ф$ *1*—$Г_р$ *1*—$Г_{раз}$ *90*—$П_т$ *1*—*П45*—$П_д$ *0,5*—$Ф_р$ *1*—$Ф_п$*6000*

ГОСТ 3443—77

То же, с шаровидным графитом правильной формы диаметром более 30 до 60 мкм с бейнитной структурой металлической основы:

$Г_ф$ *13*—$Г_{раз}$ *45*—*Б ГОСТ 3443—77*

То же, ковкого чугуна с включениями графита компактной формы диаметром 40—50 мкм, 60% пластинчатого перлита с межпластинчатым расстоянием 0,8 мкм и 40% зернистого перлита:

$Г_ф$ *9*—$Г_{раз}$ *45*—*Пт1 60%*—$П_д$ *1,0*—*Пт2 40% ГОСТ 3443—77*

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Рекомендуемое

СОСТАВ РЕАКТИВОВ ДЛЯ ТРАВЛЕНИЯ ШЛИФОВ И ВЫЯВЛЕНИЯ СТРУКТУРЫ ЧУГУНА

Структурная составляющая	Состав реактива	Способ травления	Результат травления
Пластинчатый или зернистый перлит, троостит	4 мл HNO_3 (плотностью 1,4 г/см^3) и 96 мл этилового спирта или 4 г пикриновой кислоты и 95 мл этилового спирта	Травление при комнатной температуре	Перлит и троостит темные, феррит светлый
Бейнит или мартенсит	1 г пикриновой кислоты и 95 мл этилового спирта с добавлением 5—10 капель 2%-ного спиртового раствора HNO_3	То же	Бейнит темный, мартенсит светлый
Фосфидная эвтектика: строение	2 г пикриновой кислоты, 10 г NaOH, 88 мл H_2O — пикрат натрия	Травление нагретым до 70—80°С раствором пикрата натрия с последующим травлением шлифа в 4%-ном спиртовом растворе азотной кислоты	Фосфид темно-коричневый, цементит и феррит белые. При длительном травлении цементит окрашивается в коричневый цвет
Фосфидная эвтектика: строение	2 г соли $K_3F(CN)_6$, 25 г KOH, 70 мл H_2O — реактив Мураками	Травление нагретым до 70—80°С реактивом с последующим травлением шлифа в 4%-ном спиртовом растворе азотной кислоты	Фосфид темно-коричневый, цементит белый, феррит серо-голубой
характер распределения, размер включений, размер ячеек сетки	10 мл HNO_3 (плотностью 1,4 г/см^3), 10 мл этилового спирта	Травление при комнатной температуре	Цементит и фосфидная эвтектика белые, фон металлической основы темный
Цементит: количество и размер включений	То же	То же	То же

Примечание. Для отличия структуры бейнита от мартенсита рекомендуется также просмотр шлифа после травления в поляризованном свете. При просмотре под микроскопом в скрещенных николях бейнит остается светлым.

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ДИСПЕРСНОСТИ ПЕРЛИТА

Определение дисперсности перлита производится следующим методом: в плоскости шлифа под микроскопом с помощью окулярмикрометра на произвольной секущей прямой длиной 1000 мкм подсчитывают количество пересекаемых ею под произвольными углами пластин цементита n. Затем действительное среднее между пластинами цементита расстояние (Δ_0) в микрометрах вычисляют по формуле

$$\Delta_0 = \frac{1000}{2n}.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Обязательное

Шкалы микроструктур см. бандероль

Редактор *В. В. Чекменева*
Технический редактор *Н. М. Ильичева*
Корректор *Р. В. Ананьева*

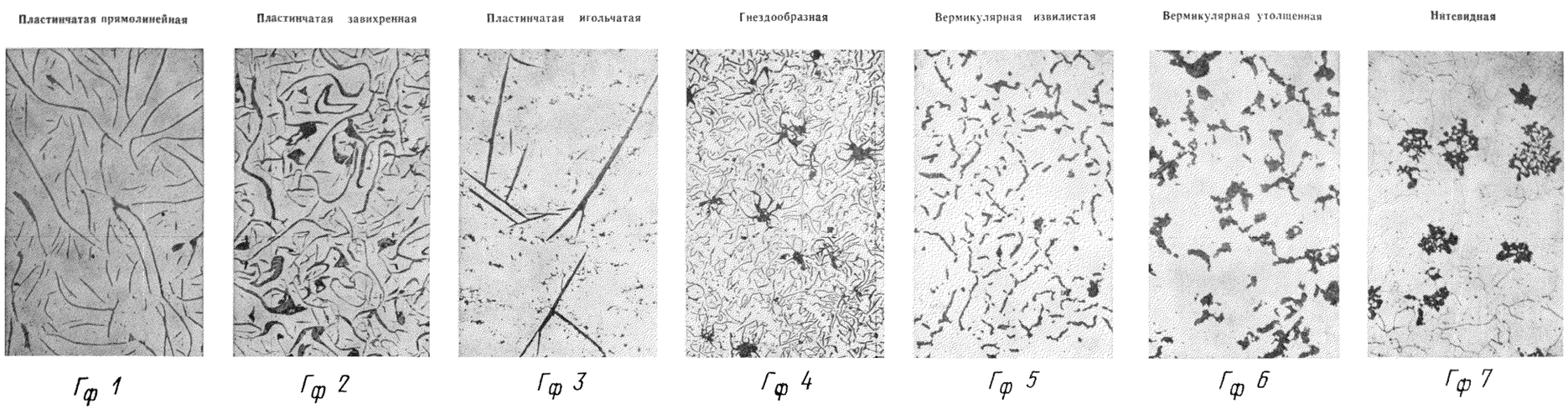
Сдано в набор 01.04.77 Подп. в печ. 01.09.77 0,75 п. л. +3 вкл. 3,0 п. л. 0,71 уч.-изд. л. +3 вкл. 2,5 уч.-изд. л. Тираж 16000 Цена 30 коп.

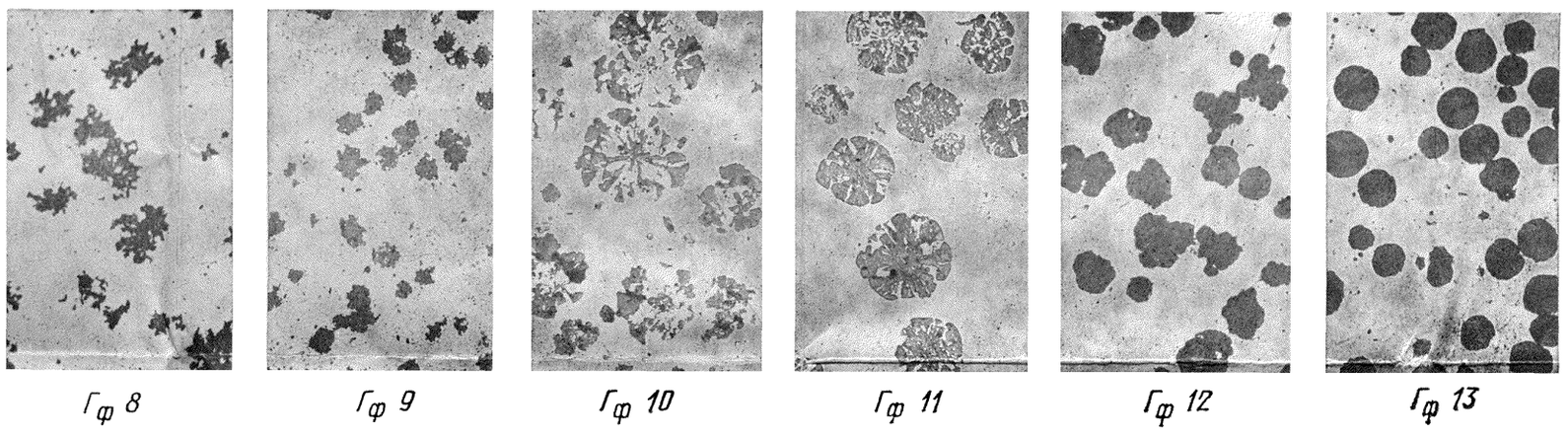
Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов. Москва, Д-557. Новопресненский пер., 3
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256. Зак. 907

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Обязательное

Шкала 1. ФОРМА ВКЛЮЧЕНИЙ ГРАФИТА В СТРУКТУРЕ ЧУГУНА.

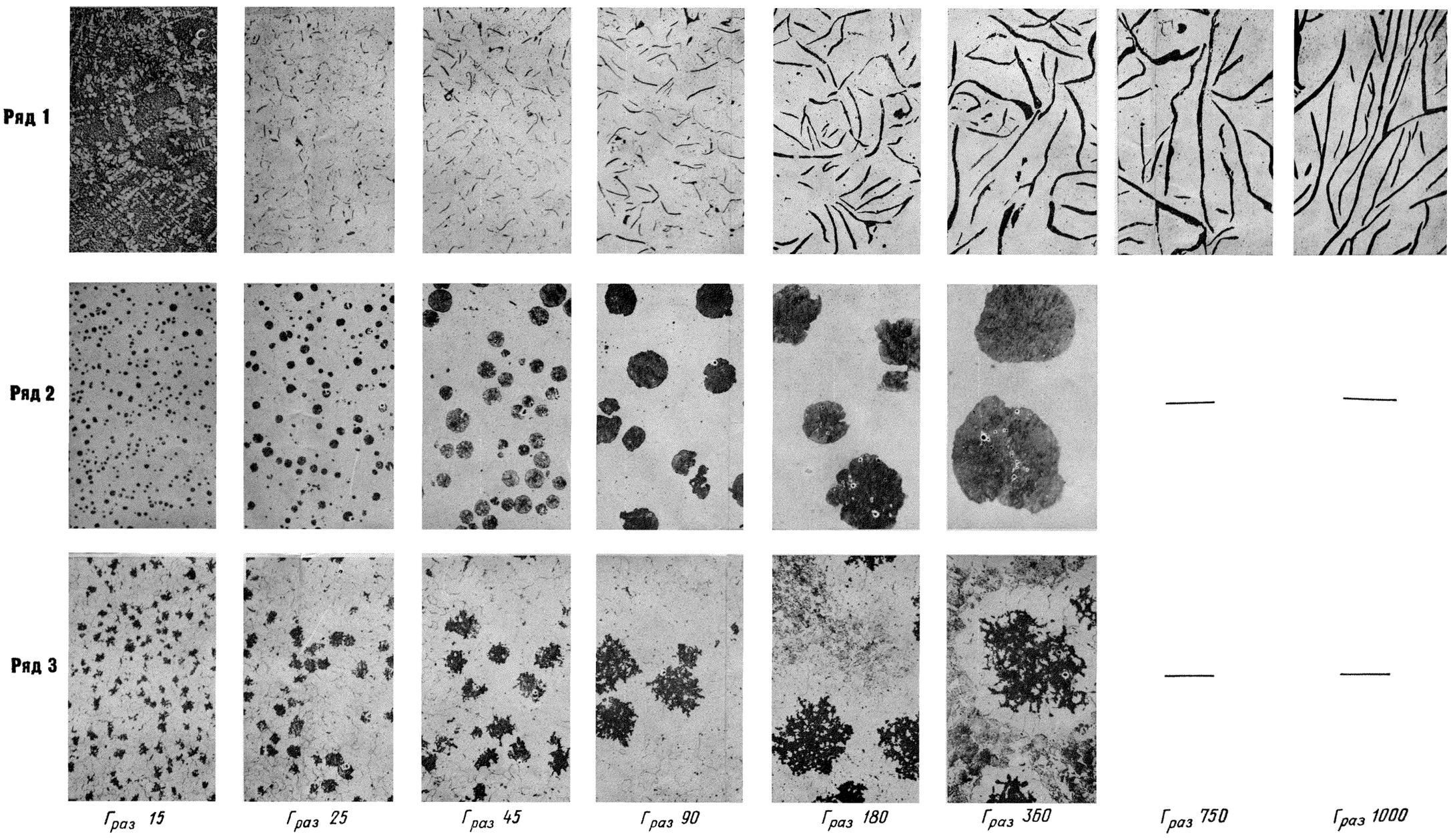
Увеличено в 100 раз





Шкала 2. РАЗМЕР ВКЛЮЧЕНИЙ ГРАФИТА В СТРУКТУРЕ ЧУГУНА.

Увеличено в 100 раз

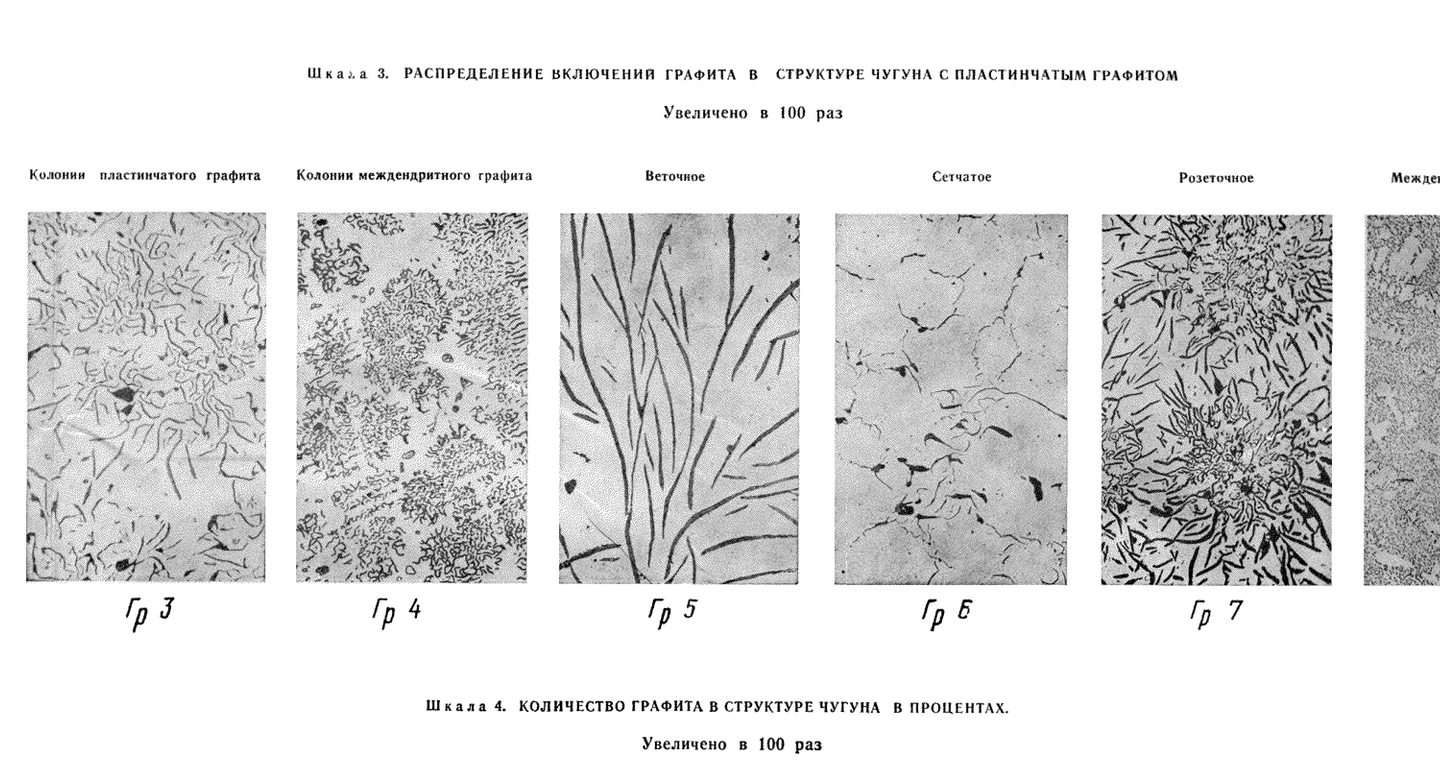


Шкала 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВКЛЮЧЕНИЙ ГРАФИТА В СТРУКТУРЕ ЧУГУНА С ПЛАСТИНЧАТЫМ ГРАФИТОМ

Увеличено в 100 раз

Шкала 4. КОЛИЧЕСТВО ГРАФИТА В СТРУКТУРЕ ЧУГУНА В ПРОЦЕНТАХ.

Увеличено в 100 раз



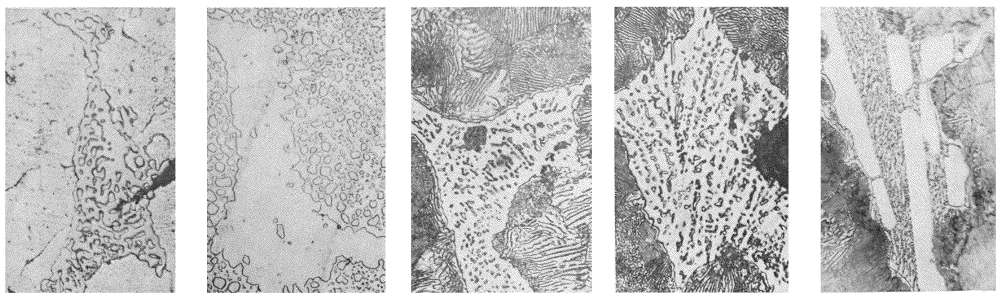
Шкала 8. ФОСФИДНАЯ ЭВТЕКТИКА В СТРУКТУРЕ ЧУГУНА.

А. Строение включений фосфидной эвтектики

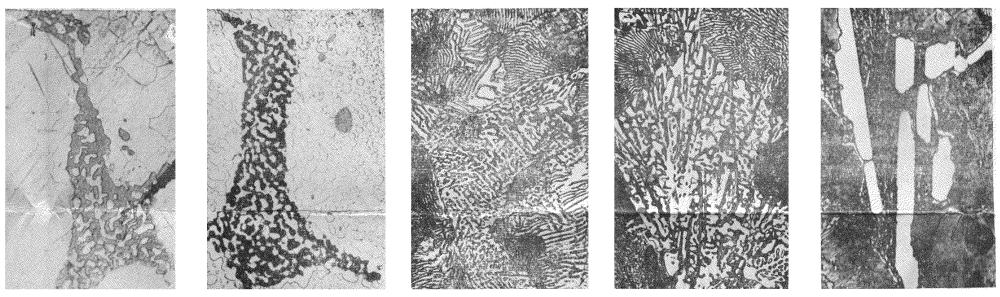
Увеличено в 500 раз

Псевдодвойная- фосфид и феррит | Псевдодвойная- фосфид и цементит | Тройная мелкозернистая | Тройная игольчатая | Тройная с пластинами цементита

Ряд 1



Ряд 2

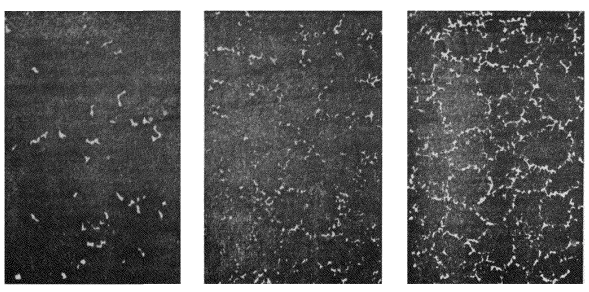


Ф1 Ф2 Ф3 Ф4 Ф5

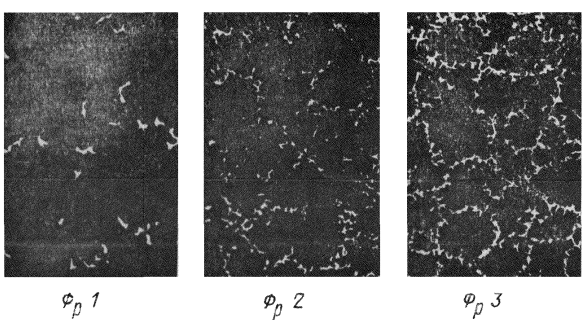
Б. Распределение включений фосфидной эвтектики

Равномерное | Разорванная сетка | Сплошная сетка

увеличено в 20 раз



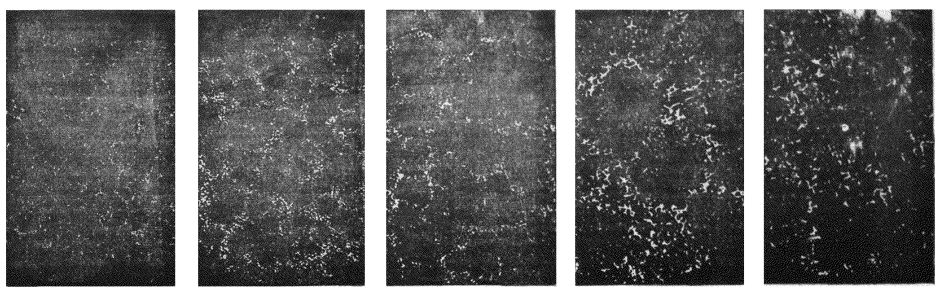
увеличено в 50 раз



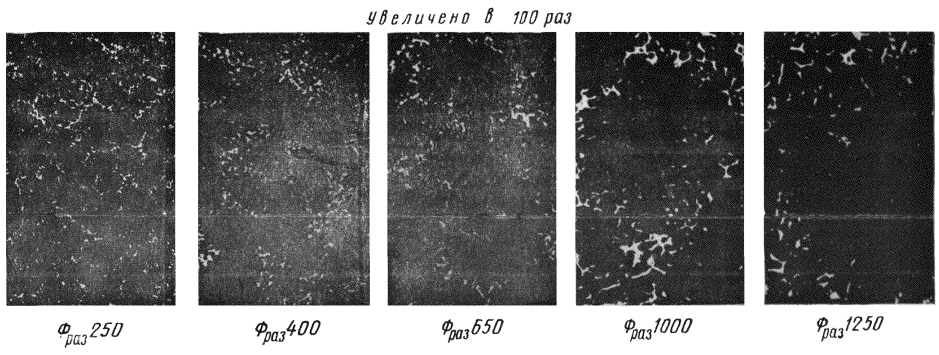
$Ф_р$ 1 $Ф_р$ 2 $Ф_р$ 3

В. Диаметр ячеек сетки фосфидной эвтектики

увеличено в 20 раз



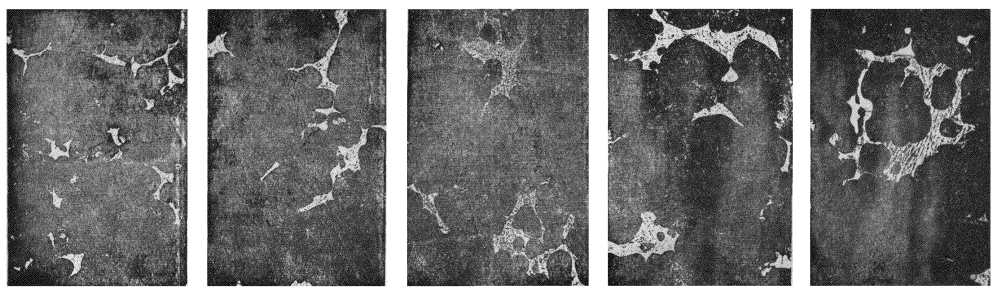
увеличено в 100 раз



$Ф_{раз}$250 $Ф_{раз}$400 $Ф_{раз}$650 $Ф_{раз}$1000 $Ф_{раз}$1250

Г. Площадь включений фосфидной эвтектики.

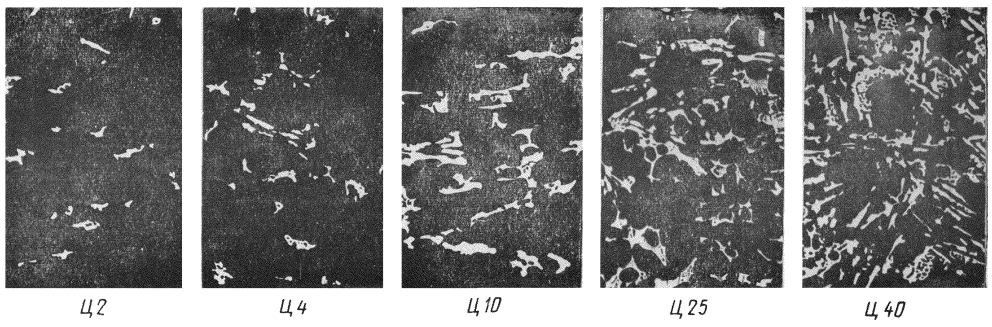
Увеличено в 100 раз



$Ф_п$ 2000 $Ф_п$ 6000 $Ф_п$ 13000 $Ф_п$ 20000 $Ф_п$ 25000

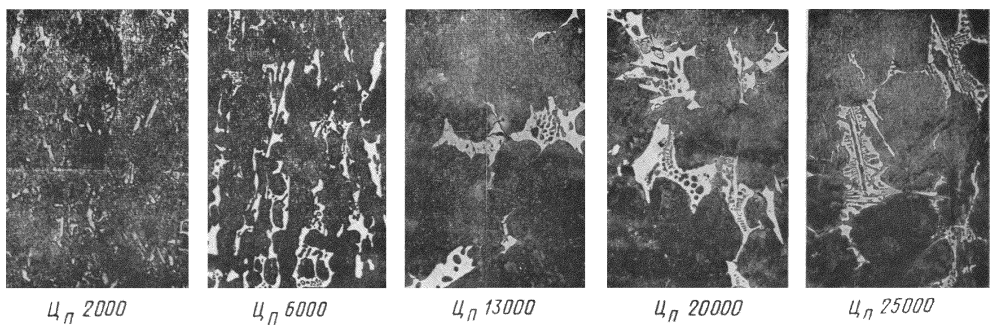
Шкала 9. ВКЛЮЧЕНИЕ ЦЕМЕНТИТА В СТРУКТУРЕ ЧУГУНА.

А. Количество цементита или цементита ледебурита



Ц2 Ц4 Ц10 Ц25 Ц40

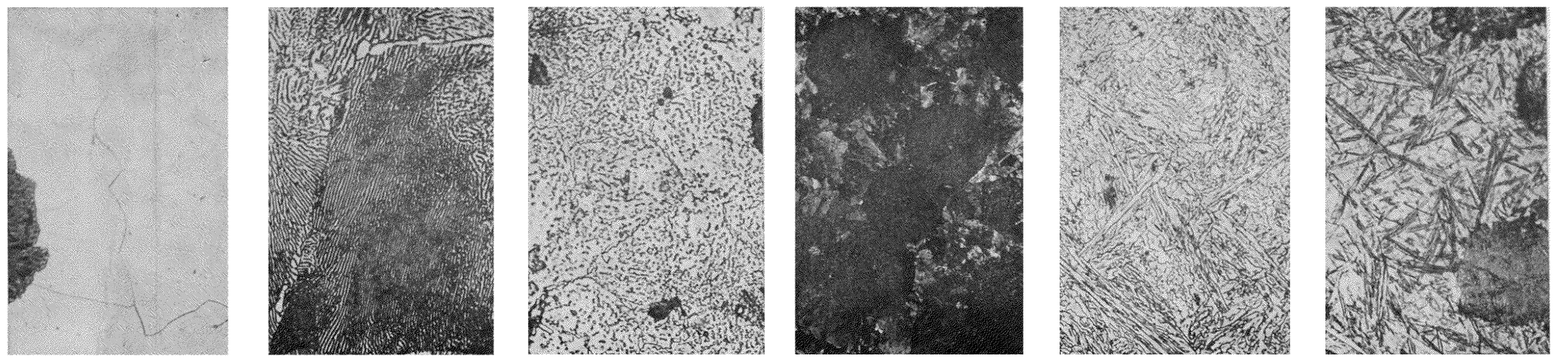
Б. Площадь включений цементита или цементита ледебурита



$Ц_п$ 2000 $Ц_п$ 6000 $Ц_п$ 13000 $Ц_п$ 20000 $Ц_п$ 25000

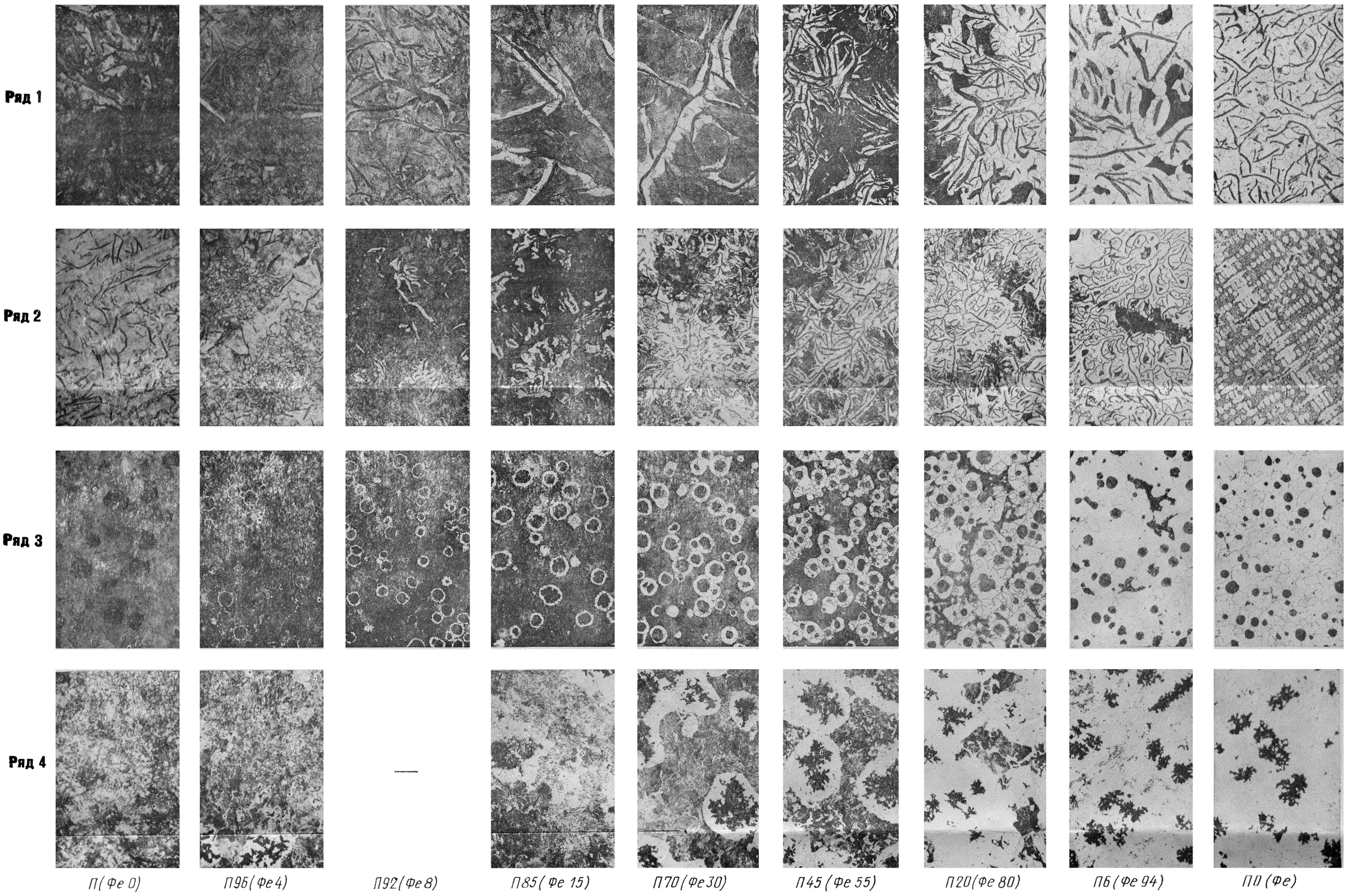
Шкала 5. ТИП СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ЧУГУНА.

Увеличено в 500 раз



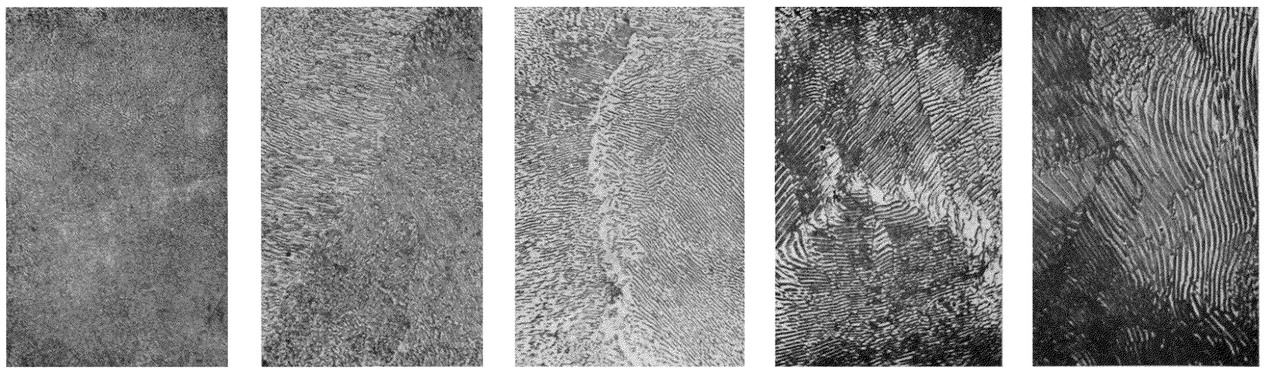
Шкала 6. КОЛИЧЕСТВО ПЕРЛИТА И ФЕРРИТА В СТРУКТУРЕ ЧУГУНА В ПРОЦЕНТАХ.

Увеличено в 100 раз



Шкала 7. ДИСПЕРСНОСТЬ ПЕРЛИТА В СТРУКТУРЕ ЧУГУНА.

Увеличено в 500 раз



gost.e-ecolog.ru