ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

СПЛАВЫ ТВЕРДЫЕ СПЕЧЕННЫЕ

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРИСТОСТИ И МИКРОСТРУКТУРЫ

ГОСТ 9391–80
(СТ СЭВ 2947–81 и СТ СЭВ 2952–81)

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 669.018.25—138.8:620.192.47:006.354 Группа В59

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

ГОСТ 9391—80*

СПЛАВЫ ТВЕРДЫЕ СПЕЧЕННЫЕ

Методы определения пористости и микроструктуры

Sintered Hardmetals. Methods for determination of porosity and microstructure

(СТ СЭВ 2947—81 и СТ СЭВ 2952—81)

Взамен ГОСТ 9391—67

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 19 мая 1980 г. № 2191 срок действия установлен

с 01.01.83
до 01.01.88

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт устанавливает методы определения пористости, свободного углерода и микроструктуры вольфрамовых, титано-вольфрамовых и титано-тантало-вольфрамовых твердых сплавов.

Символы и определения даны в обязательном приложении 1. Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 2947—81 и СТ СЭВ 2952—81.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

1. ОТБОР ОБРАЗЦОВ

1.1. Отбор образцов проводят в соответствии с ГОСТ 20559—75.

2. АППАРАТУРА

2.1. Металлографический микроскоп, позволяющий проводить наблюдения при требуемых увеличениях.

2.2. Оборудование для подготовки образцов для испытаний приведено в рекомендуемом приложении 2.

Издание официальное Перепечатка воспрещена

★

* *Переиздание август 1985 г. с Изменением № 1, утвержденным в октябре 1982 г.; Пост. № 3963 от 13.10.82 (ИУС 1—83)*

© Издательство стандартов, 1985

3. ПОДГОТОВКА К ИСПЫТАНИЮ

3.1. Образец, подготовленный для металлографического исследования, не должен иметь следов шлифования, полирования и выкрашивания структурных составляющих.

3.2. Рекомендуемый метод изготовления шлифов приводится в приложении 2.

4. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

4.1. Степень пористости для пор размером до 10 мкм определяют просмотром нетравленной поверхности шлифа при увеличении 100× или 200×.

Характерный участок — участок, полностью представляющий исследуемую площадь шлифа, сравнивают с микрофотографиями шкалы А по выбранному увеличению (черт. 1, 2)*.

Оценку проводят по соответствующей микрофотографии, указывая объемное процентное содержание пор, например, А 0,02; А 0,04.

4.1.1. Степень пористости для пор размером от 10 до 25 мкм определяют просмотром нетравленной поверхности шлифа при увеличении 100×. Участок, полностью представляющий исследуемую площадь шлифа, сравнивают с микрофотографиями шкалы Е (черт. 1 справочного приложения 5). Оценку проводят, ссылаясь на соответствующую микрофотографию шкалы Е, например, Е 0,02, Е 0,06.

(Введен дополнительно, Изм. № 1).

4.1.2. Степень пористости для пор размером до 30 мкм определяют просмотром нетравленной поверхности шлифа при увеличении в 100×.

Участок, полностью представляющий исследуемую площадь шлифа, сравнивают с микрофотографиями шкалы В (черт. 3). Оценку проводят ссылаясь на соответствующую микрофотографию шкалы В, указывая объемное процентное содержание пор, например, В 0,08; В 0,4.

4.1.3. Степень пористости для пор размером до 50 мкм определяют просмотром нетравленной поверхности шлифа при увеличении в 100×.

Участок, полностью представляющий исследуемую площадь шлифа, сравнивают с микрофотографиями шкалы *D* (черт. 4). Оценку проводят ссылаясь на соответствующую микрофотографию шкалы *D*, указывая объемное процентное содержание пор, например, *D* 0,2; *D* 0,4.

4.1.4. Если содержание пор не соответствует двум соседним микрофотографиям, различающимся объемным содержанием, то оценка дается как среднее арифметическое этих двух значений.

* См. бандероль.

4.1.5. Если поры на исследуемой площади шлифа распределены неравномерно, определяются участки, отличающиеся от характерных.

4.1.5.1. Если оценку степени пористости проводили по шкалам А или Е, то поры размером свыше 25 мкм определяют просмотром нетравленной поверхности шлифа при увеличении до 100× по всей поверхности шлифа. Подсчитывают суммарную длину пор с указанием количества пор на единицу площади (1 см^2) и размера пор (мкм) по максимальной длине по диапазонам: 25—50 мкм, 51—75 мкм, 76—100 мкм, свыше 100 мкм. Например, 1 пора размером 25 мкм, 2 поры размером 80 мкм на площади 1 см^2.

(Введен дополнительно, Изм. № 1).

4.1.6. Поры размером свыше 50 мкм определяют просмотром нетравленной поверхности шлифа при увеличении от 50 до 100× на всей поверхности шлифа, если площадь шлифа меньше или равна 1 см^2.

Если шлиф имеет площадь более 1 см^2, то исследуется или вся поверхность шлифа или площадь в 1 см^2, прилегающая к рабочей части образца.

Подсчитывается суммарная длина пор с указанием количества пор на единицу площади (1 см^2) и размера пор (мкм) по максимальной длине по диапазонам: 51—75; 76—100 и свыше 100; например, 1 пора размером 55 мкм, 2 поры размером 80 мкм на площади 1 см^2. Микрофотография поры размером свыше 50 мкм приведена в справочном приложении 3 (черт. 1).

4.2. Определение свободного углерода

4.2.1. Содержание свободного углерода определяют просмотром нетравленного шлифа при увеличении в 100 или 200×. Характерный участок — участок, полностью представляющий исследуемую площадь шлифа, сравнивают с микрофотографиями шкалы С1 (черт. 5, 6 приложения 2) или С2 (черт. 1 справочного приложения 6). Количество свободного углерода оценивают по соответствующей микрофотографии шкалы С1 или С2, указывая объемное процентное содержание углерода.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

4.2.2. Если содержание свободного углерода не соответствует двум соседним микрофотографиям, различающимся объемным содержанием, то оценка дается как среднее арифметическое этих двух значений.

4.2.3. Если содержание свободного углерода является неравномерным на исследуемой площади шлифа, то определяются участки, отличающиеся от характерного.

4.3. Выявление фазы типа η

4.3.1. Для выявления фазы типа η используют травление шлифа по режиму 1 (см. таблицу). Фаза типа η может распределять-

Режим травления шлифов	Состав травителя и способ травления	Условия травления	Назначение травления	Действие травителя	Дополнительные данные
1	Свежеприготовленная смесь 20%-ных водных растворов железосинеродистого калия и гидроокиси калия или гидроокиси натрия в равных объемах	Температура 18—20°С, продолжительность 2—3 с	Для выявления фазы типа η	Фаза типа η окрашивается в красновато-оранжевый цвет и окаймляется по границам, α-фазы и β-остаются светлыми	Окисная пленка легко стирается, поэтому шлиф после травления следует высушивать на фильтровальной бумаге
2	Насыщенный раствор хлорного железа в концентрированной соляной кислоте	Температура 18—20°С, продолжительность 20—30 с	Для выявления α-фазы в сплавах вольфрамовой группы	Вытравливается только β-фаза, окрашиваясь в черный цвет. На другие фазы травитель не действует. На темном фоне β-фазы видны светлые зерна α-фазы	—
3	Свежеприготовленная смесь 20%-ных водных растворов железосинеродистого калия и гидроокиси калия или гидроокиси натрия в равных объемах	Температура 18—20°С, продолжительность 2—3 мин для сплавов вольфрамовой группы и 3—4 мин для сплавов титано-вольфрамовой и титано-тантало-вольфрамовой группы	Для выявления и определения величины зерна α-фазы в сплавах вольфрамовой группы и величины зерна γ-фазы в сплавах титано-вольфрамовой и титано-тантало-вольфрамовой групп	α-фаза четко окаймляется по границам зерен, сохраняя естественную голубоватую окраску Фаза типа η вытравляется β-фаза остается светлой γ-фаза окрашивается в желтый цвет	Для вольфрамо-кобальтовых сплавов применяется после травления по режиму 2
4	Смесь концентрированных кислот плавиковой и азотной в соотношении 1 : 2	Температура 18—20°С, продолжительность 15—20 мин	Для выявления γ-фазы в сплавах титано-вольфрамовой и титано-тантало-вольфрамовой групп	γ-фаза окаймляется по границам зерен, но не окрашивается β-фаза вытравливается, окрашиваясь в черный цвет	Применяется только перед травлением по режиму 5

Продолжение

Режим травления шлифов	Состав травителя и способ травления	Условия травления	Назначение травления	Действие травителя	Дополнительные данные
5	Окисление на воздухе при нагревании	Нагревание в муфельной печи при температуре 450—500°С, продолжительность 15 мин	Для выявления всех фаз в сплавах титано-вольфрамовой и титано-тантало-вольфрамовой групп. Для определения величины зерна γ-фазы на части шлифа, травленной по режимам 4 и 5, и α-фазы на части шлифа, травленной по режиму 5	γ-фаза окрашивается в оранжевый цвет. α-фаза остается светлой. β-фаза окаймляется по границам, окрашиваясь в зеленоватый или темно-коричневый цвет	Нагрев в муфеле до появления на шлифе желтой пленки

Примечание. При других температурных условиях продолжительность травления дополнительно уточняется исследователем.

ся по периферии, в центре или по всей площади шлифа в форме «озерков», «кружев» или по границам раздела фаз. Микрофотографии шлифов с фазой типа η приведены в справочном приложении 3 (черт. 2, 3, 4). После травления всю площадь шлифа просматривают под микроскопом при небольшом увеличении (до 100×), а если это необходимо, при увеличении до 1500× по диагонали не менее 10 полей зрения. Отмечают наличие, характер распределения и форму включения фазы типа η.

4.4. Выявление β-фазы (связующей фазы)

4.4.1. β-фазу определяют на нетравленном шлифе или после травления по режиму 1 (см. таблицу). Исследование шлифа проводят при увеличении 1250—1500×, просматривая не менее 10 полей зрения в различных участках шлифа. Отмечают характер распределения β-фазы (равномерное или неравномерное), число участков скоплений и их размер в 10 полях зрения (справочное приложение 3, черт. 5, 6). Скоплением β-фазы считают участок, наибольшая ширина которого не менее, чем в 5 раз превышает максимальную ширину прослоек равномерно распределенной β-фазы.

4.5. Выявление и оценка размера зерна α-фазы (карбида вольфрама)

4.5.1. Для выявления α-фазы в сплавах вольфрамовой группы проводят травление по режиму 2, а затем, после промывки водой, по режиму 3 (см. таблицу). Микрофотографии травленных шлифов приведены в справочном приложении 3 (черт. 7—10). Травленные шлифы мелко-, средне- и крупнозернистых сплавов исследуют при увеличении 1250—1500×, особокрупнозернистых при увеличении 400—500×.

4.5.2. Для выявления α-фазы в титано-вольфрамовых и титано-тантало-вольфрамовых сплавах производят травление по режиму 5. Микрофотографии шлифов, травленных по режиму 5, приведены в справочном приложении 3 (черт. 11, 12).

4.5.3. Оценку размера зерна α-фазы проводят точечным методом или по эталонным фотографиям (черт. 1, 2, 3 справочного приложения 7) в наиболее характерных участках шлифа, просматривая при этом не менее 10 полей зрения. Оценку размера зерна α-фазы точечным методом проводят при помощи окулярной сетки или линейки 1 : 100, определяя размеры наибольших сторон сечений зерен, попадающих в узлы сетки. Измерение проводят не менее чем для 100 сечений зерен для мелко- и среднезернистых сплавов (черт. 7, 8 справочного приложения 3); для 200 сечений зерен — для крупнозернистых (черт. 9 справочного приложения 3) и для 300 сечений зерен — для особокрупнозернистых сплавов (черт. 10 справочного приложения 3) с разделением их по размерным классам зернистости.

Класс зернистости соответствует размеру сечения зерен карбидных фаз (с допускаемым отклонением ±0,5 мкм).

Класс зернистости	Размер сечения зерен
1	0,5—1,5 мкм
2	Св. 1,5 до 2,5 мкм
3	Св. 2,5 до 3,5 мкм
4 и т. д.	Св. 3,5 мкм и т. д.

Размер зерна α-фазы по эталонным фотографиям определяют сравнением участка, полностью представляющего исследуемую площадь шлифа, с микрофотографиями (черт. 1, 2, 3 справочного приложения 7) и оценивают как α-фаза мелкозернистая, среднезернистая и крупнозернистая.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

4.6. Выявление и оценка размера зерна γ-фазы

4.6.1. Для оценки размера зерна γ-фазы в сплавах титано-вольфрамовой и титано-тантало-вольфрамовой группы травление шлифа может быть выполнено двумя способами.

По первому способу травлению подвергают половину площади шлифа по режиму 4, а затем, после тщательной промывки проточной водой и сушки на фильтровальной бумаге, всю поверхность шлифа травят по режиму 5 (см. таблицу). Микрофотографии травленных шлифов приведены в справочном приложении 3 (черт. 13, 14).

По второму способу половину шлифа травят по режиму 3 (справочное приложение 3, черт. 15, 16). На травленной поверхности шлифа при увеличении 1250—1500× оценивают размеры зерна γ-фазы точечным методом или по эталонным фотографиям. Оценку размера зерна γ-фазы точечным методом проводят, как указано в пункте 4.5.3. Размер зерна γ-фазы по эталонным фотографиям определяют сравнением участка, полностью представляющего исследуемую площадь шлифа, с микрофотографиями (черт. 4, 5, 6 справочного приложения 7) и оценивают как γ-фаза мелкозернистая, среднезернистая и крупнозернистая.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

4.7. Определение отдельных крупных зерен α-фазы (карбида вольфрама)

4.7.1. Отдельными крупными зернами α-фазы считают такие зерна, размер сечений которых в 10 раз превышает максимальный размер сечений основной массы зерен сплавов, указанный в ГОСТ 4872—75 и ГОСТ 4411—79.

4.7.2. Отдельные крупные зерна α-фазы определяют по характерному участку, полностью представляющему исследуемую площадь шлифа, травленному по режимам, указанным в пп. 4.5.1 и 4.5.2. Травленную поверхность шлифа просматривают при увеличении 100× или 200×.

Отмечают наличие отдельных сечений крупных зерен α-фазы с указанием их максимальных размеров.

Микрофотография шлифа с отдельными сечениями крупных зерен α-фазы приведена в справочном приложении 3 (черт. 17).

5. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

5.1. Оценку степени пористости, содержания свободного углерода и размера зерен α- и γ-фаз проводят по характерному участку как среднее из числа исследуемых образцов данной пробы.

Оценку наличия фазы типа η и отдельных крупных зерен α-фазы проводят по каждому образцу.

5.2. Поры размером свыше 50 мкм оценивают как количество и размер пор на единицу площади (1 см^2) по диапазонам, указанным в п. 4.1.6. Подсчитывается суммарная длина пор на единицу площади.

Если исследуемая площадь больше 1 см^2, проводят пересчет на единицу площади, дробные доли округляют и количество пор выражают целыми числами.

Если площадь шлифа меньше 1 см^2, оценку проводят по сумме исследуемых образцов с пересчетом на единицу площади, дробные доли округляют и количество пор выражают целыми числами.

5.3. Оформление результатов испытания приводится в рекомендуемом приложении 4.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Обязательное

СИМВОЛЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Символ	Определение
α-фаза	Карбид вольфрама
β-фаза	Связующая фаза (например на основе Co, Ni)
γ-фаза	Сложный карбид с кубической решеткой, например (Ti, W) C; (Ti, W, Ta) с и др.
Фаза типа η	Сложные карбиды, состоящие из вольфрама и металлов связующей фазы

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Рекомендуемое

1. МЕТОД ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШЛИФОВ ИЗ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ

1.1. Шлиф изготавливают по поперечному сечению (излому) целого изделия или части его площадью не более 2 см².

1.2. Заточенные шлифы монтируют в чашки при помощи серы или легкоплавких сплавов таким образом, чтобы дальнейшему воздействию абразива подвергалась только поверхность твердого сплава.

1.3. Шлифование и полирование проводят на специальном вертикально-доводочном станке модели 3803 и шлифовально-полировальном модели 3Е881 или других станках аналогичного типа.

1.4. Во избежание выкрашивания структурных составляющих необходимо оказывать давление на образцы приблизительно 0,6—0,8 кгс/см² (6—8 мН/м²).

1.5. Первоначально шлифование проводят на станках модели 3803 с чугунными дисками сначала алмазной пудрой АМ40/28 или АСМ40/28 по ГОСТ 9206—80, а затем алмазной пудрой АМ14/10 или АСМ14/10. Пудру в виде суспензии с этиловым спиртом по ГОСТ 5962—67 наносят на чугунные диски стеклянной палочкой и тщательно растирают по диску. При этом диск смачивают этиловым спиртом.

1.6. Следующую операцию — полирование проводят на станке модели 3Е881 сначала алмазной пудрой (в виде суспензии с трансформаторным маслом по ГОСТ 982—80) зернистостью АМ7/5 или АСМ7/5, затем АМ3/2 или АСМ3/2, нанесенной на диск с плотной бумагой или с фотобумагой, прикрепленной эмульсионной стороной к диску.

1.7. Дополнительное полирование проводят алмазной пудрой АМ1/0 или АСМ1/0 (в виде суспензии с трансформаторным маслом), нанесенной на диски

с плотной бумагой или фотобумагой, прикрепленной эмульсионной стороной к диску.

1.8. Каждая операция шлифования и полирования проводится до исчезновения на поверхности шлифа следов предыдущей операции. После каждой операции образцы тщательно протирают спиртом или бензином. Необходимо следить за тем, чтобы образцы при полировании не нагревались.

1.9. Качество полирования контролируется просмотром шлифа под микроскопом при увеличении в 100×. В случае необходимости для проверки отсутствия следов выкрашивания структурных составляющих шлиф дополнительно просматривают при увеличении в 1250—1500×. Поверхность шлифа должна быть зеркальной, не иметь рисок, царапин и следов травления, образование которых возможно при нарушении методики изготовления шлифов. Включения графита и поры должны быть отчетливо выражены и при дополнительном полировании оставаться без видимых изменений.

1.10. Частота вращения диска на станках модели 3803 должна быть 70—140 об/мин; 3Е881—700 об/мин.

1.11. Для титано-вольфрамовых, титано-тантало-вольфрамовых сплавов рекомендуется дополнительное полирование суспензий из окиси алюминия для лучшего выявления γ-фазы.

Продолжение приложения 2 см. бандероль

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 см. бандероль

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Рекомендуемое

ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЯ

Наименование предприятия-изготовителя _____ Начальник лаборатории _____
Марка сплава _____ Исполнитель _____
Номер партии _____ Дата проверки _____
Форма изделия _____

Номер образца	Объемное содержание пор, %, шкала A, B D, E	Количество пор размером, мкм			Суммарная длина пор размером свыше 50 мкм на единицу площади (1 см²), мкм	Объемное содержание свободного углерода, %
		51—75	76—100	свыше 100		
1						
2						

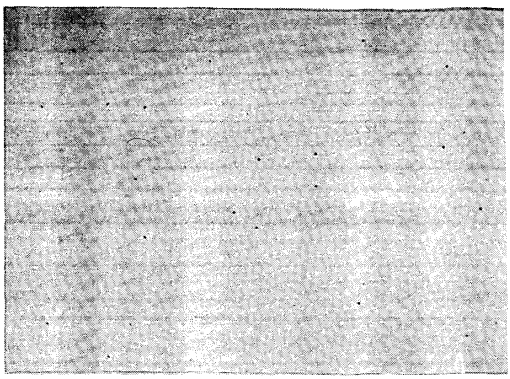
Продолжение

Номер образца	Распределение зерен по классам зернистости, %														Форма и характер распределения фазы типа η	Распределение β-фазы			Максимальный размер отдельных крупных зерен α-фазы	Примечание
	Класс зернистости, α-фазы, мкм							Класс зернистости γ-фазы, мкм								Характер распределения	Число участков скоплений, мкм	Размер скоплений, мкм		
	1	2	3	4	5	6	и т. д.	1	2	3	4	5	6	и т. д.						
1																				
2																				

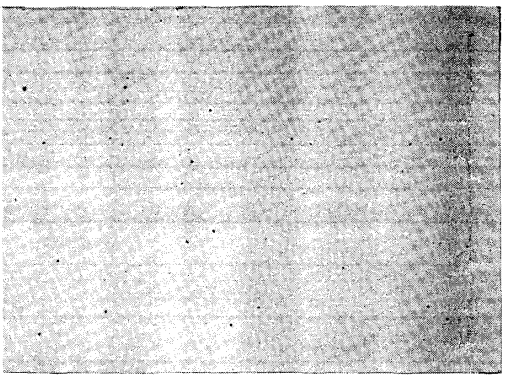
ПРИЛОЖЕНИЕ 5—7 см. бандероль

ШКАЛА А
ВИДИМАЯ ПОРИСТОСТЬ

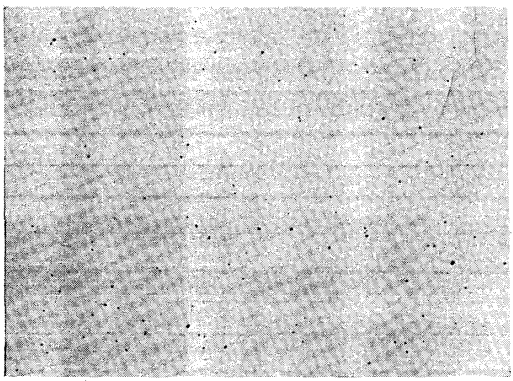
X100



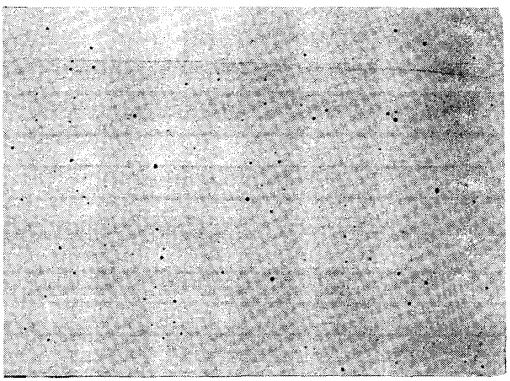
А - 1 0,02%



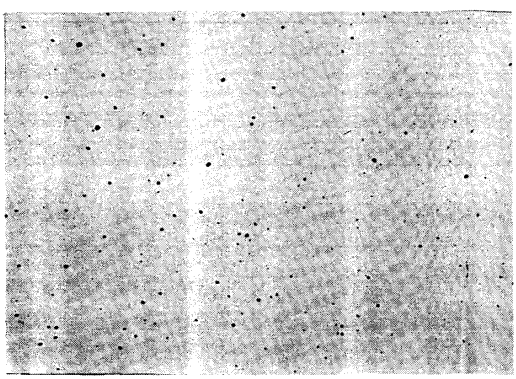
А - 2 0,04%



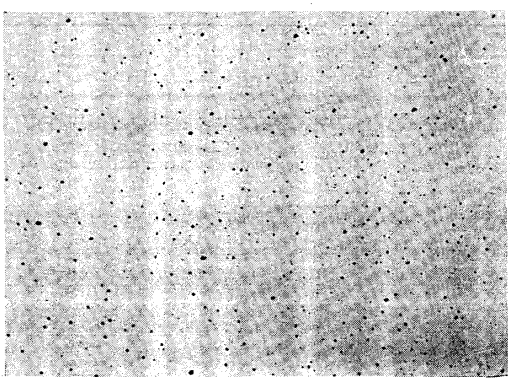
А - 3 0,08%



А - 4 0,2 %



А - 5 0,4 %



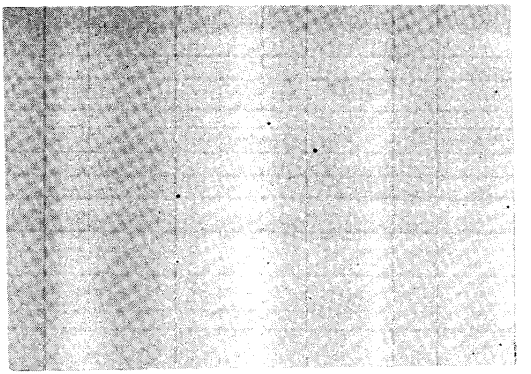
А - 6 0,8 %

Продолжение приложения 2

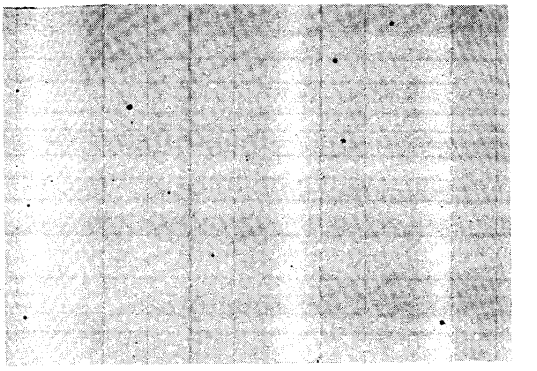
ШКАЛА А

ВИДИМАЯ ПОРИСТОСТЬ

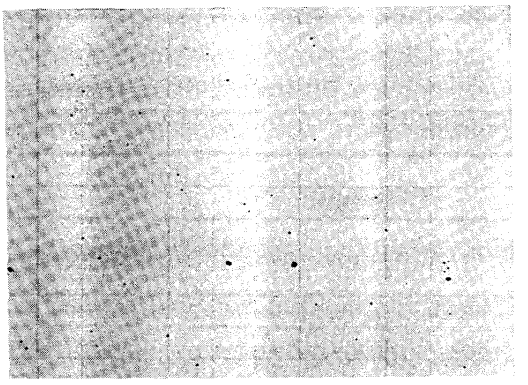
Х200



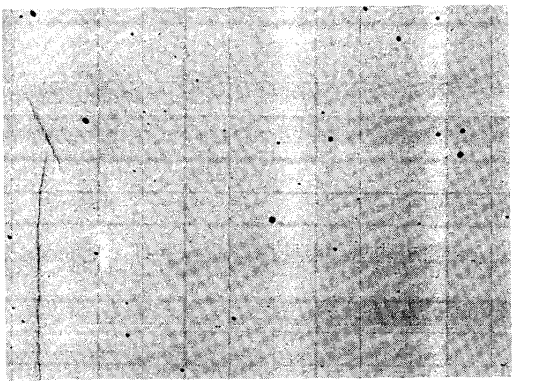
А - 1 0,02%



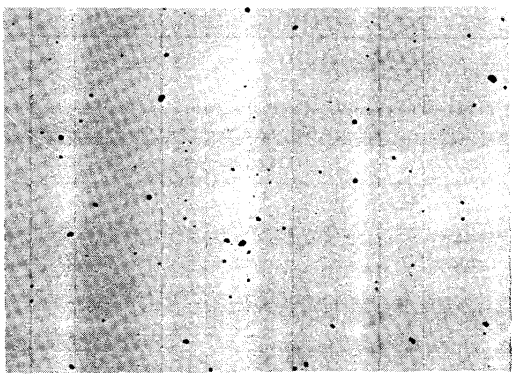
А - 2 0,04%



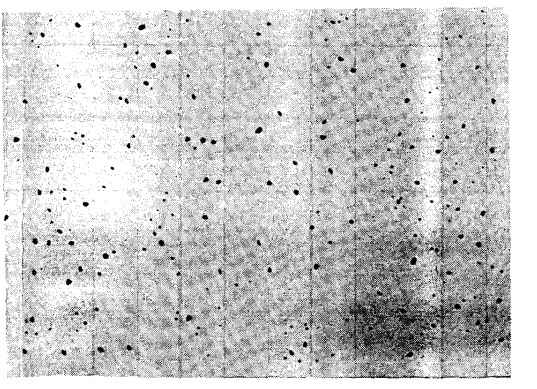
А - 3 0,08%



А - 4 0,2%



А - 5 0,4%

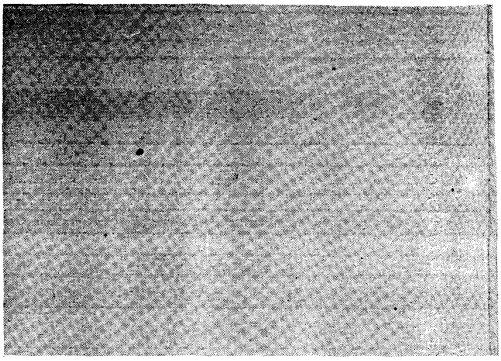


А - 6 0,8%

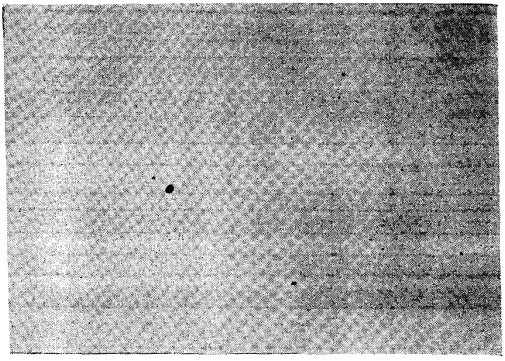
Черт. 2

ШКАЛА В
ВИДИМАЯ ПОРИСТОСТЬ

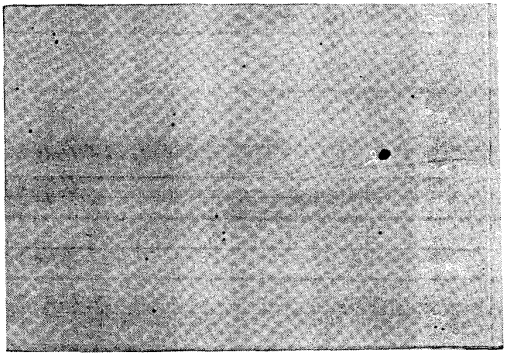
X100



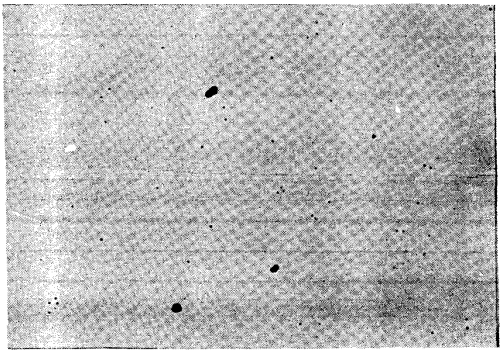
В - 1 0,02%



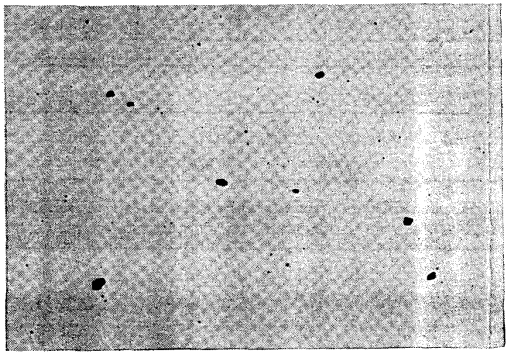
В - 2 0,04%



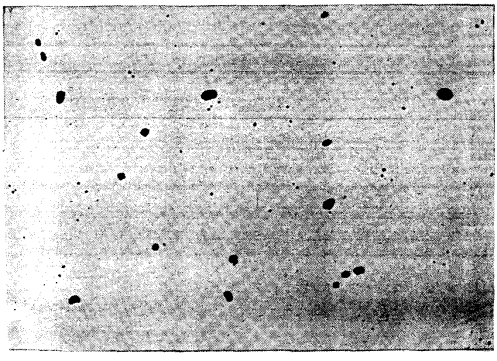
В - 3 0,08%



В - 4 0,2%



В - 5 0,4%

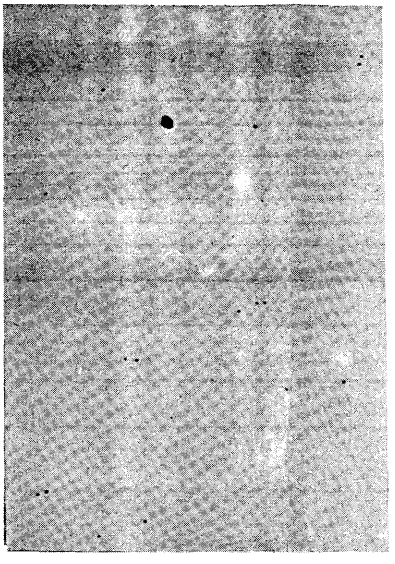


В - 6 0,8%

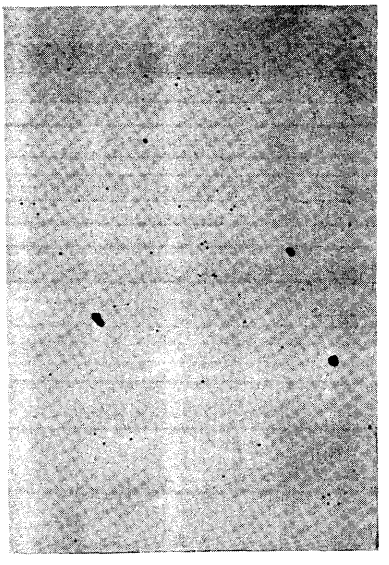
Черт. 3

ШКАЛА Д
ВИДИМАЯ ПОРИСТОСТЬ

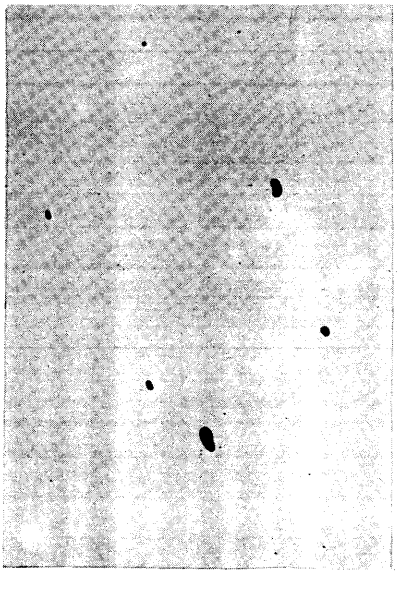
X100



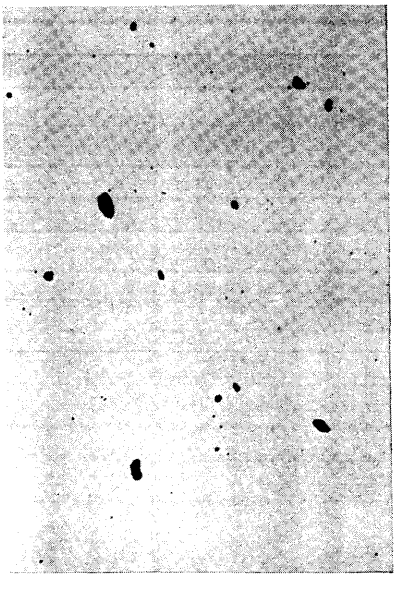
Д - 1 0,1%



Д - 2 0,2%



Д - 3 0,4%



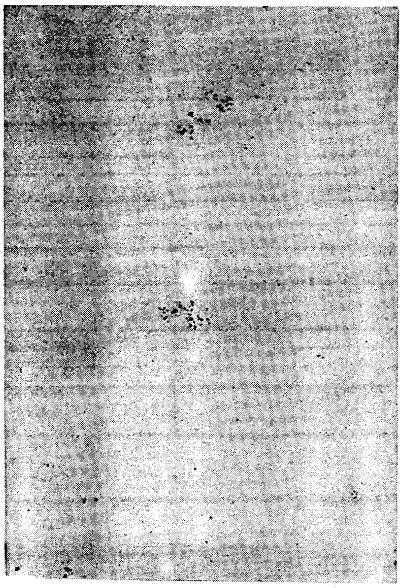
Д - 4 0,8%

Черт. 4

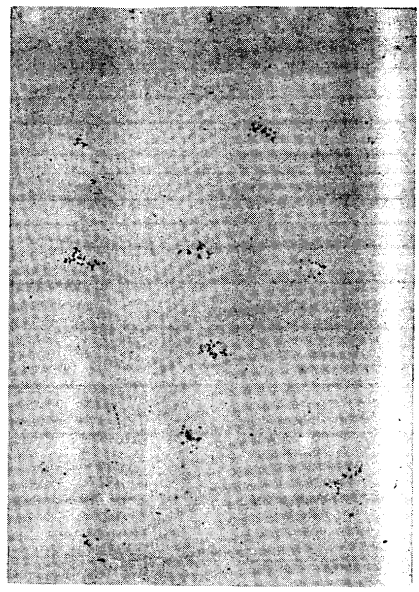
Продолжение приложения 2

ШКАЛА С1

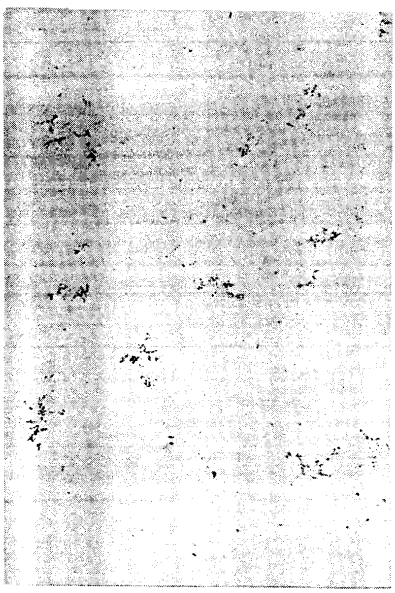
X100



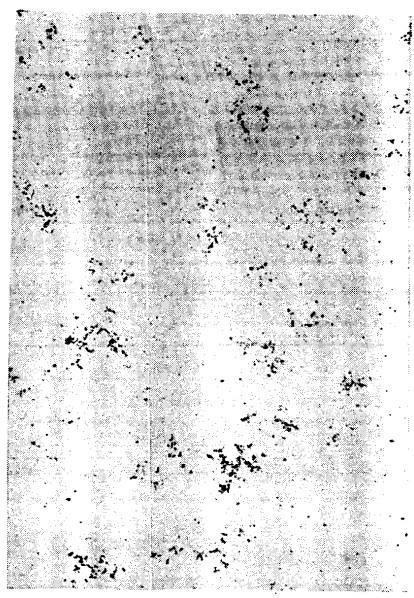
С - 1 0,1%



С - 2 0,2%



С - 3 0,4%

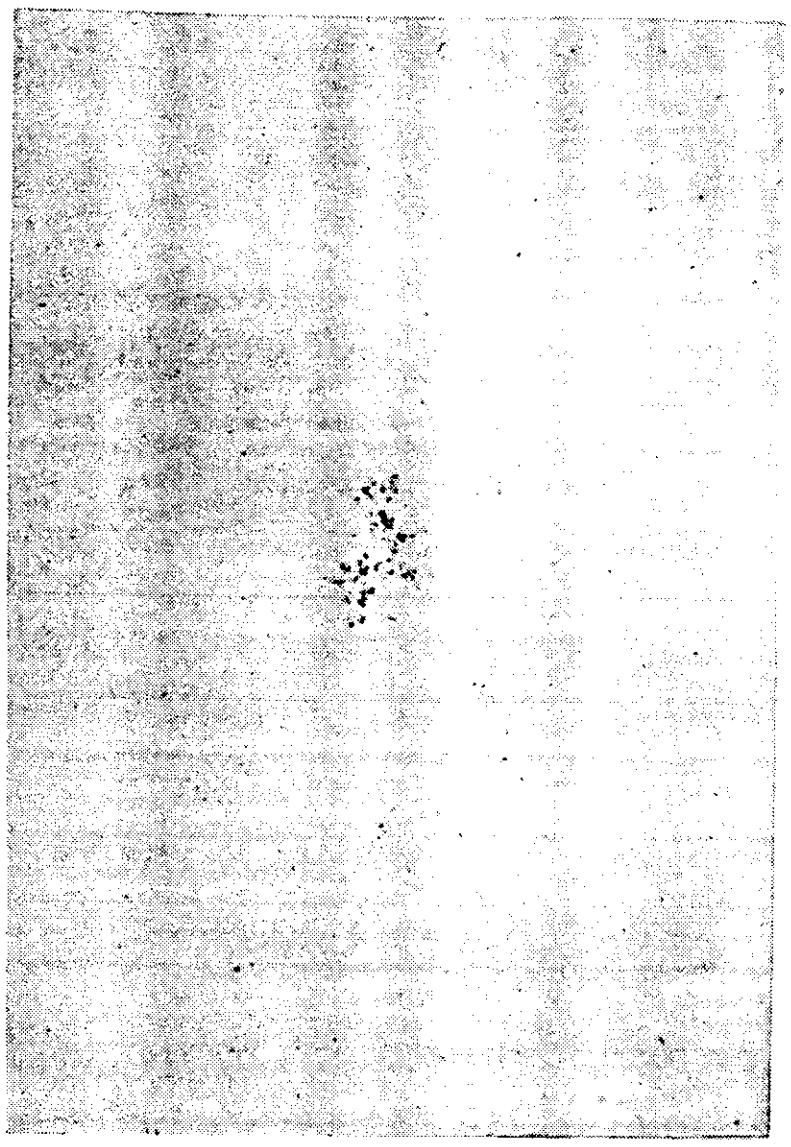


С - 4 0,8%

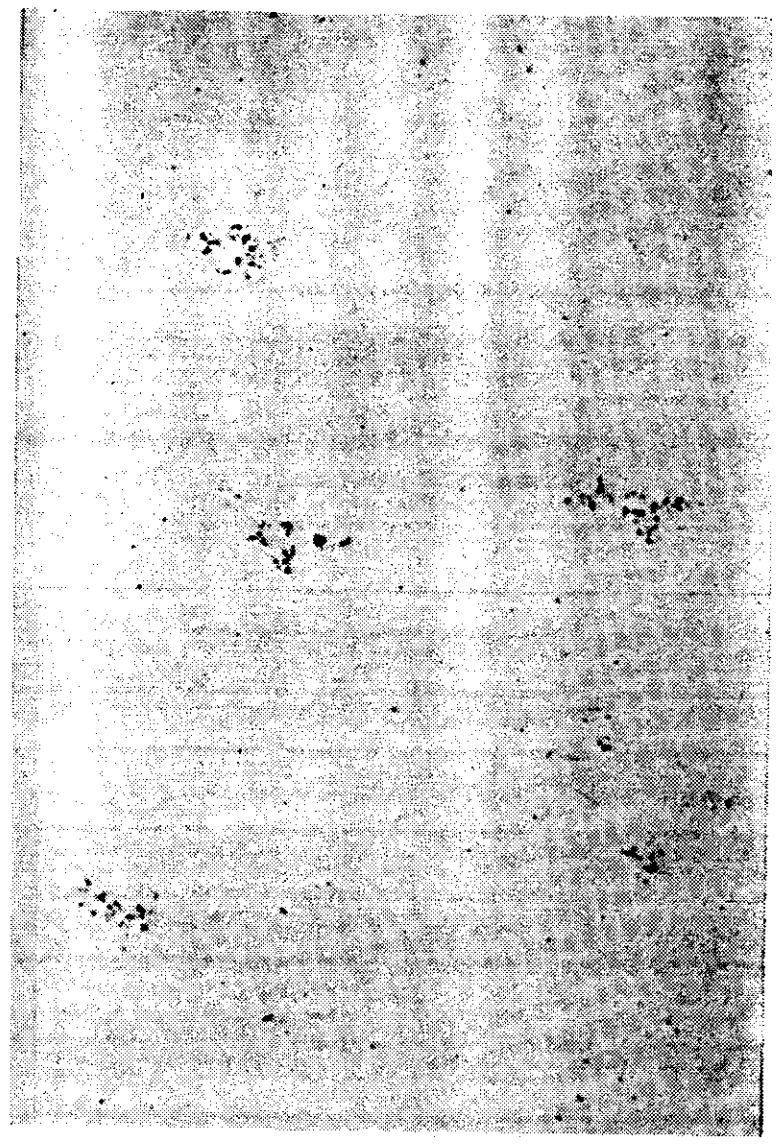
Черт. 5

ШКАЛА С1

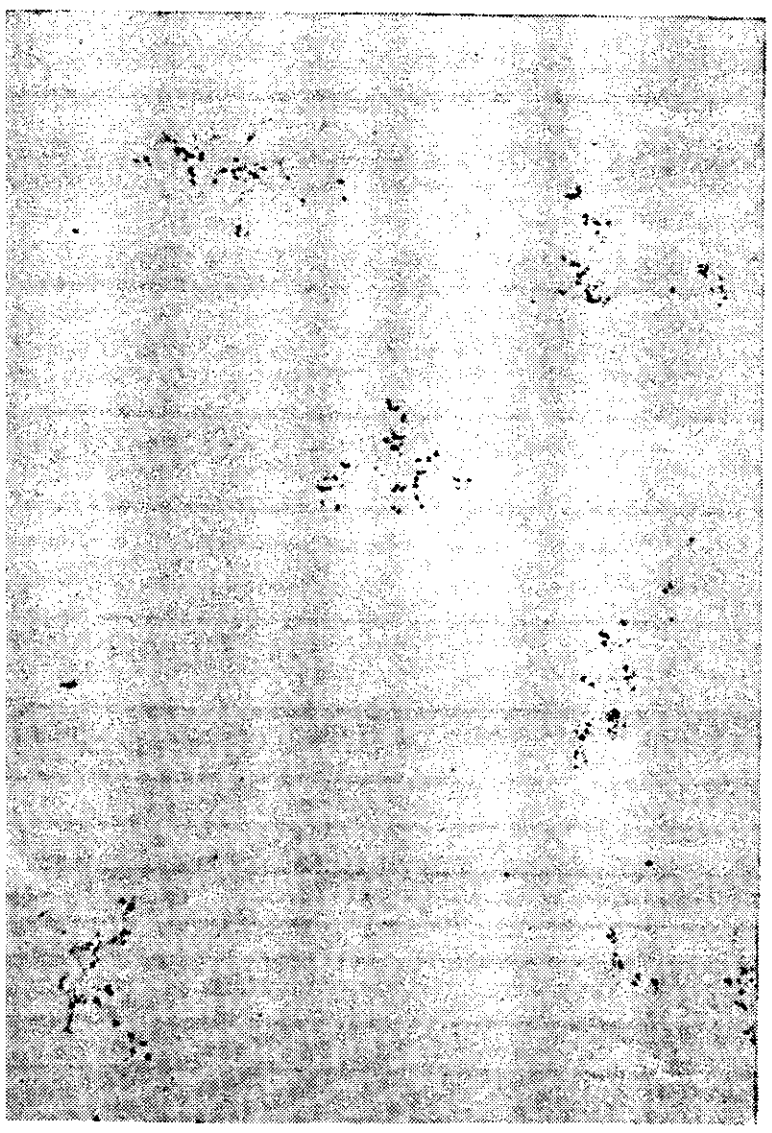
X200



С - 1 0,1%



С - 2 0,2%



С - 3 0,4%

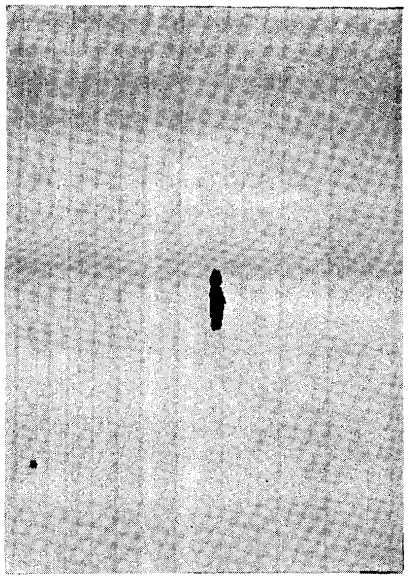


С - 4 0,8 %

Черт. 6

Крупные поры

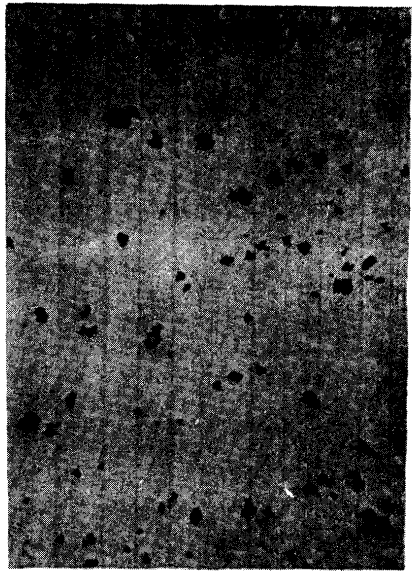
X100



Черт. 1

Фаза типа η формы «озерков»

X1500



Черт. 2

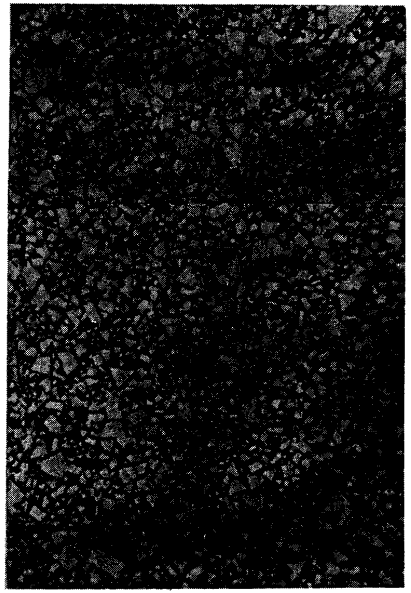
Фаза типа η формы «кружев»

X1500



Черт. 3

Вольфрамовые сплавы
(травление по режимам 2 и 3)
X1500



Черт. 7



Черт. 8



Титано-вольфрамовые и титано-та

X1500

Травление по режиму 5



Черт. 12



Черт. 13

Травление по ре



Черт. 14

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

ІИЧНЫЕ МИКРОФОТОГРАФИИ

«кружев»

X1500



Черт. 4

Фаза типа η по границам раздела фаз

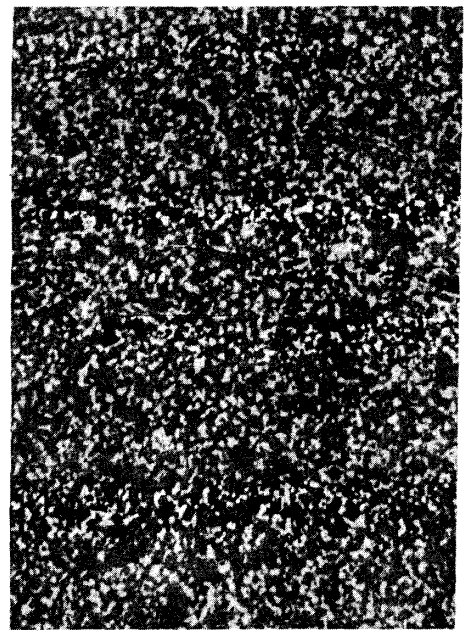
X1500



Черт. 5

Равномерное распределение β-фазы

X1500



Черт. 6

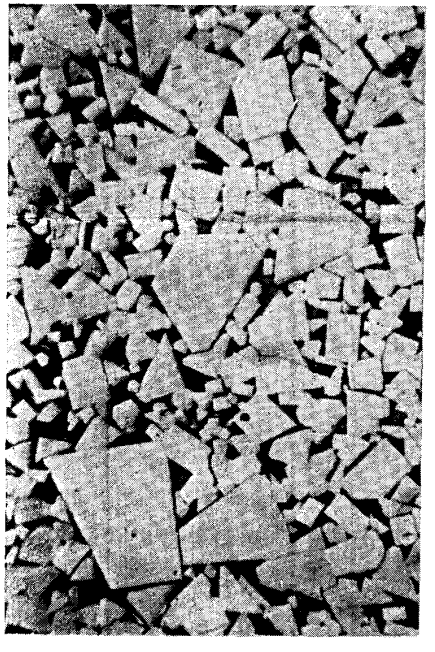
Скопление β-фазы

X1500

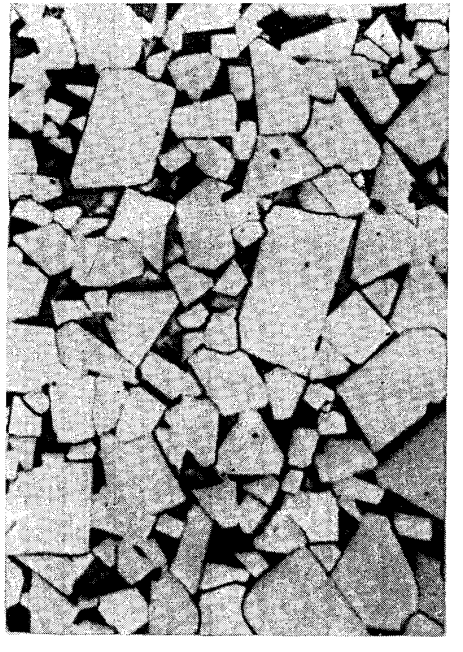


Отдельные крупные зерна α-фазы

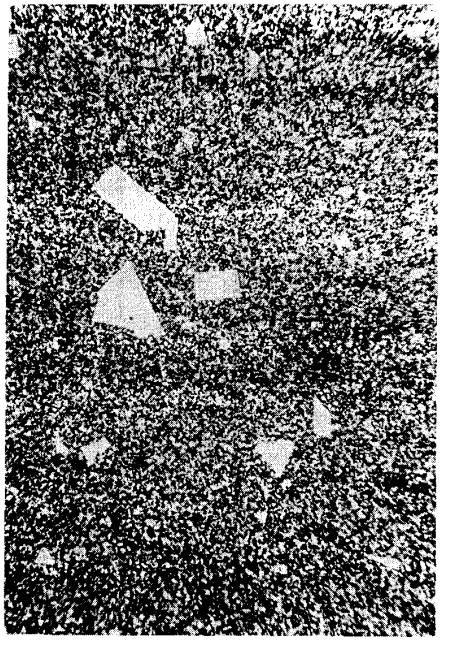
X200



Черт. 9



Черт. 10

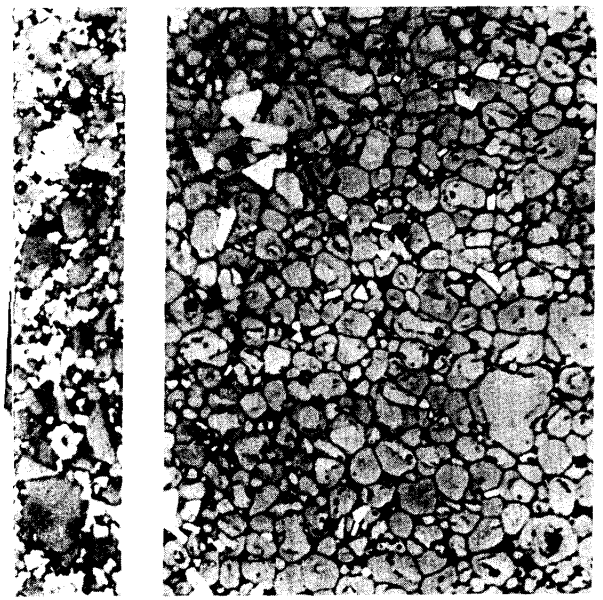


Черт. 11

зые и титано-тантало-вольфрамовые сплавы

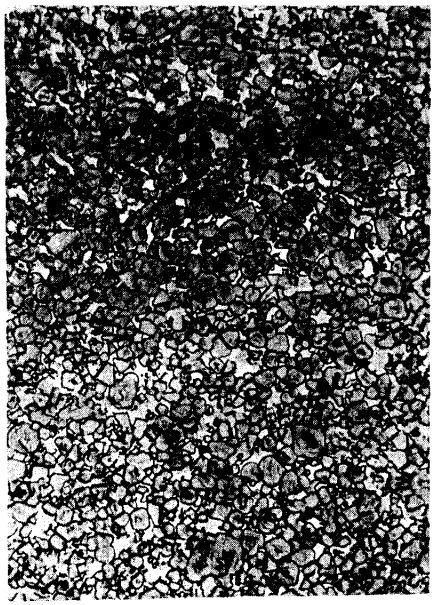
X1500

Травление по режиму 4 и 5

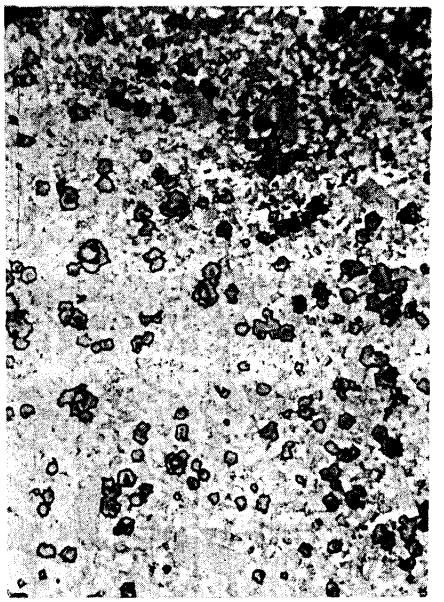


Черт. 15

Травление по режиму 3



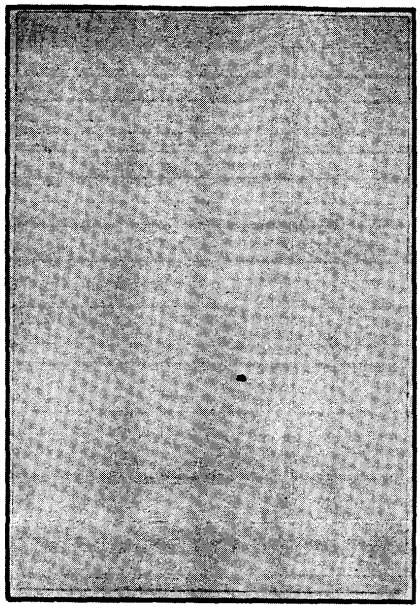
Черт. 16



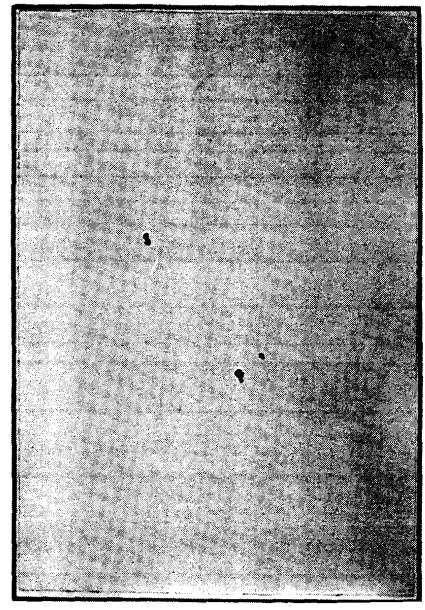
Черт. 17

ШКАЛА Е
ВИДИМАЯ ПОРИСТОСТЬ

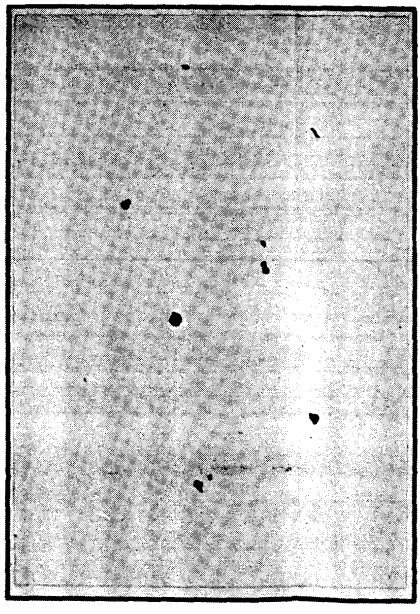
X100



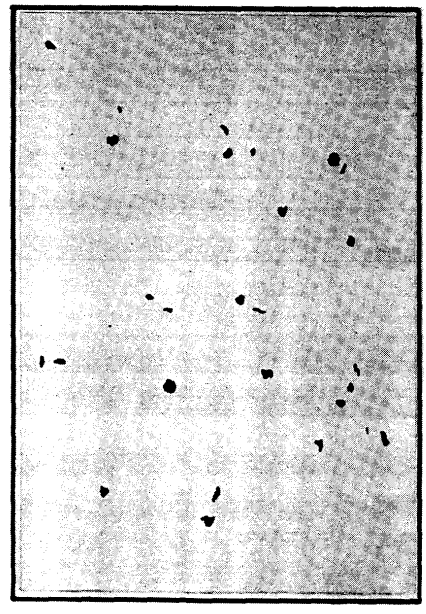
E1 (0,02 % об)
(140 пор/см²)



E2 (0,06 % об)
(430 пор/см²)



E3 (0,2 % об)
(1300 пор/см²)

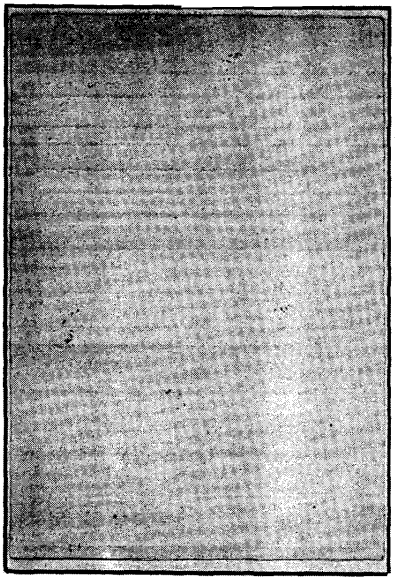


E4 (0,6 % об)
(4000 пор/см²)

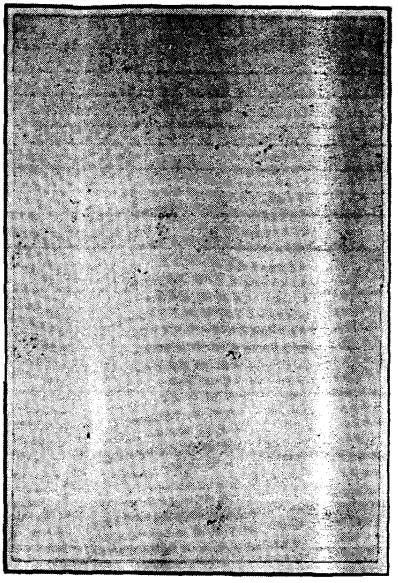
ПРИЛОЖЕНИЕ 6
Справочное

ВКЛЮЧЕНИЯ СТРУКТУРНО-СВОБОДНОГО УГЛЕРОДА С2

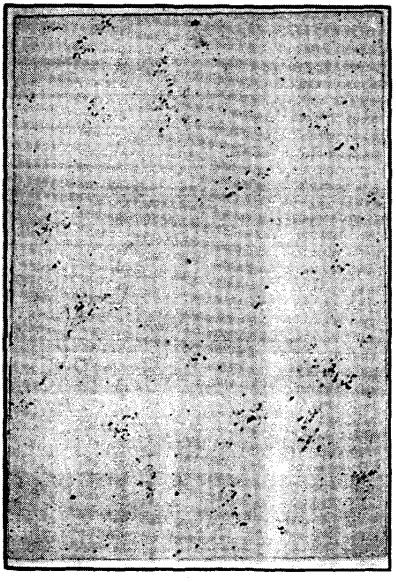
X100



С2 1



С2 2

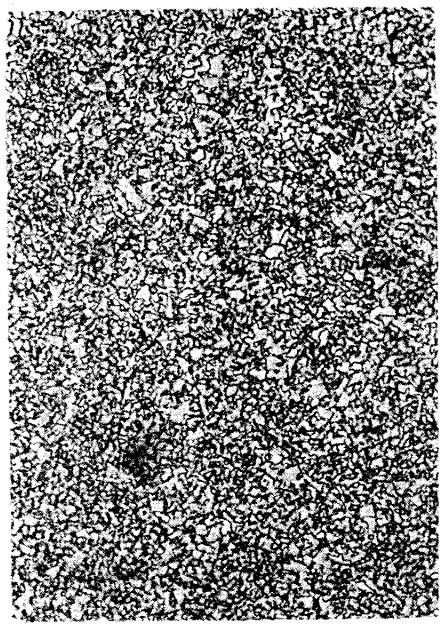


С2 3

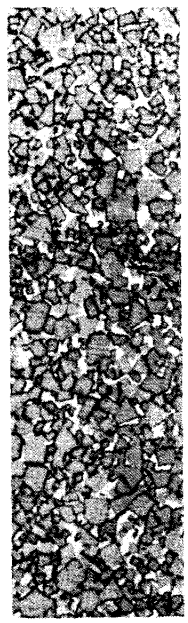


С2 4

α-фаза мелкозернистая

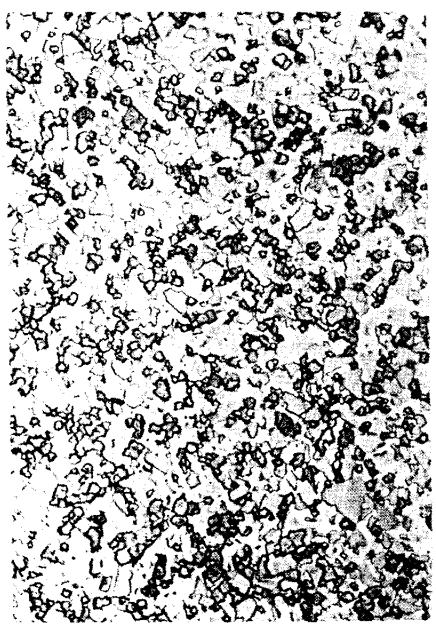


α-фаза

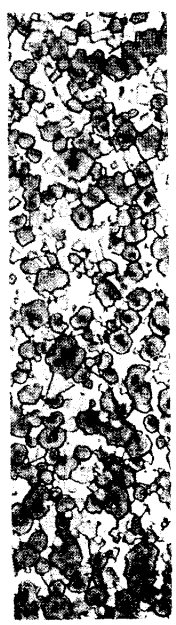


Черт. 1

γ-фаза мелкозернистая



γ-фаза



Черт. 4

ПРИЛОЖЕНИЕ 7
Справочное

ИКРОФОТОГРАФИИ

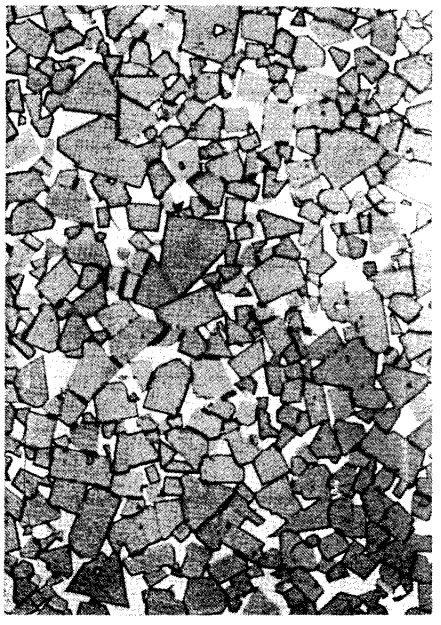
X1500

среднезернистая



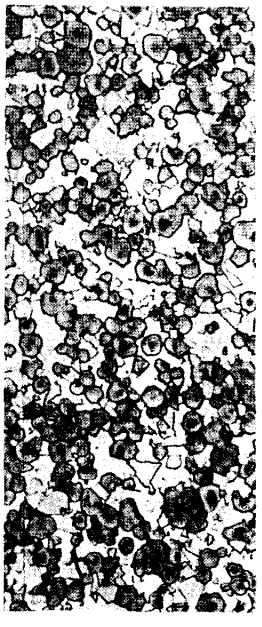
Черт. 2

α-фаза крупнозернистая



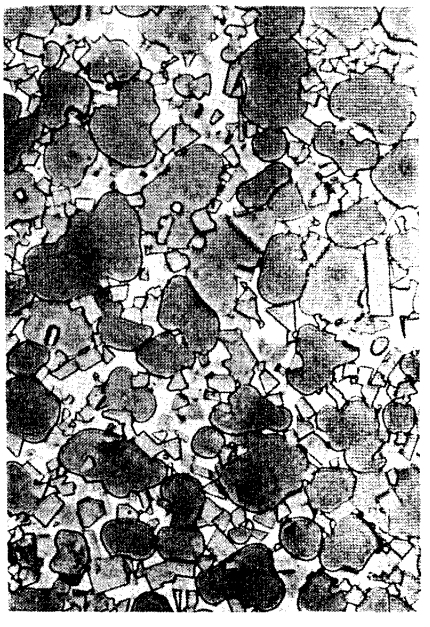
Черт. 3

среднезернистая



Черт. 5

γ-фаза крупнозернистая



Черт. 6

Редактор *В. Н. Шалаева*
Технический редактор *Г. А. Макарова*
Корректор *В. С. Черная*

Сдано в наб. 28.03.83 Подп. в печ. 05.12.85 0,75 усл. п. л. + вкл. 2,0 усл. п. л. 2,875 усл. кр-отт. 2,64 уч.-изд. л. Тир. 10000 Цена 20 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП, Новопресненский пер., 3.
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256, Зак. 2943

Величина	Единица		
	Наименование	Обозначение	
		международное	русское
ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ			
Длина	метр	m	м
Масса	килограмм	kg	кг
Время	секунда	s	с
Сила электрического тока	ампер	A	А
Термодинамическая температура	кельвин	K	К
Количество вещества	моль	mol	моль
Сила света	кандела	cd	кд
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ			
Плоский угол	радиан	rad	рад
Телесный угол	стерадиан	sr	ср

ПРОИЗВОДНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ, ИМЕЮЩИЕ СПЕЦИАЛЬНЫЕ НАИМЕНОВАНИЯ

Величина	Единица			Выражение через основные и дополнительные единицы СИ
	Наименование	Обозначение		
		международное	русское	
Частота	герц	Hz	Гц	$с^{-1}$
Сила	ньютон	N	Н	м кг $с^{-2}$
Давление	паскаль	Pa	Па	$м^{-1}$ кг $с^{-2}$
Энергия	джоуль	J	Дж	$м^2$ кг $с^{-2}$
Мощность	ватт	W	Вт	$м^2$ кг $с^{-3}$
Количество электричества	кулон	C	Кл	с А
Электрическое напряжение	вольт	V	В	$м^2$ кг $с^{-3}$ $А^{-1}$
Электрическая емкость	фарад	F	Ф	$м^{-2}$ $кг^{-1}$ $с^4$ $А^2$
Электрическое сопротивление	ом	Ω	Ом	$м^2$ кг $с^{-3}$ $А^{-2}$
Электрическая проводимость	сименс	S	См	$м^{-2}$ $кг^{-1}$ $с^3 \cdot А^2$
Поток магнитной индукции	вебер	Wb	Вб	$м^2$ кг $с^{-2}$ $А^{-1}$
Магнитная индукция	тесла	T	Тл	кг $с^{-2}$ $А^{-1}$
Индуктивность	генри	H	Гн	$м^2$ кг $с^{-2}$ $А^{-2}$
Световой поток	люмен	lm	лм	кд · ср
Освещенность	люкс	lx	лк	$м^{-2}$ кд ср
Активность радионуклида	беккерель	Bq	Бк	$с^{-1}$
Поглощенная доза ионизирующего излучения	грэй	Gy	Гр	$м^2$ $с^{-2}$
Эквивалентная доза излучения	зиверт	Sv	Зв	$м^2 \cdot с^{-2}$

gost.e-ecolog.ru