

**Электротехническое и
конструкционное
материаловедение**

**профессор Костылева
Людмила Венедиктовна**

ауд. 202 КМ

Рекомендуемая литература.

- **Г.П.Фетисов**, М.Г. Карпман, В.М. Гаврилюк и др. Материаловедение и технология материалов. – М.: Высшая школа, 2001.
- **Сильман Г.И.** Материаловедение. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 336 с.
- **Арзамасов Б. Н.** Материаловедение: Учебник/ Б. Н. Арзамасов [и др.]; под общ. ред. : Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина ; М-во образования РФ. - 5-е изд., стер. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. - 646 с.
- **Онищенко В.И.** Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Ч 1 и 2. – Волгоград.: Изд. Волгогр. Гос. С.-х. акад – 2006. – 272 с.
- **Лахтин Ю.Н.** Материаловедение. – М.: Машиностроение. 1990,-528 с.
- **Гуляев А.А.** Металловедение. – М.: Металлургия,

		Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева						VII (H)		VIII			
1	1	I		II	III	IV	V	VI	2	He			
		1,00795 водород							4,002602 гелий				
2	2	3 Li литий	4 Be бериллий	5 10,812 B бор	6 12,0108 C углерод	7 14,0067 N азот	8 15,9994 O кислород	9 18,99840 F фтор	10 20,179 Ne неон	Периодический закон открыт Д.И. Менделеевым в 1869 г.			
3	3	11 Na натрий	12 Mg магний	13 26,98154 Al алюминий	14 28,086 Si кремний	15 30,97376 P фосфор	16 32,06 S сера	17 35,453 Cl хлор	18 39,948 Ar аргон				
4	4	19 K калий	20 Ca кальций	21 44,9559 Sc скандий	22 47,90 Ti титан	23 50,9415 V ванадий	24 51,996 Cr хром	25 54,9380 Mn марганец	26 55,847 Fe железо	27 58,9332 Co кобальт	28 58,70 Ni никель		
	5	29 63,546 Cu медь	30 65,38 Zn цинк	31 69,72 Ga галлий	32 72,59 Ge германий	33 74,9216 As мышьяк	34 78,96 Se селен	35 79,904 Br бром	36 83,80 Kr криптон				
5	6	37 85,4678 Rb рубидий	38 87,62 Sr стронций	39 88,9059 Y иттрий	40 91,22 Zr цирконий	41 92,9064 Nb ниобий	42 95,94 Mo молибден	43 98,9062 Tc технеций	44 101,07 Ru рутений	45 102,9055 Rh родий	46 106,4 Pd палладий		
	7	47 107,868 Ag серебро	48 112,41 Cd кадмий	49 114,82 In индий	50 118,69 Sn олово	51 121,75 Sb сурьма	52 127,60 Te теллур	53 126,9045 I йод	54 131,30 Xe ксенон				
6	8	55 132,9054 Cs цезий	56 137,33 Ba барий	57 138,9055 La лантан	72 178,49 Hf гафний	73 180,9479 Ta тантал	74 183,85 W вольфрам	75 186,207 Re рений	76 190,2 Os осмий	77 192,22 Ir иридий	78 195,09 Pt платина		
	9	79 196,9665 Au золото	80 200,59 Hg ртуть	81 204,37 Tl таллий	82 207,2 Pb свинец	83 208,9 Bi висмут	84 209 Po полоний	85 210 At астат	86 222 Rn радон				
7	10	87 [223] Fr франций	88 226,0 Ra радий	89 [227] Ac актиний	104 [261] Rf резерфордий	105 [262] Db дубний	106 [266] Sg сиборгий	107 [269] Bh борий	108 [269] Hs хассий	109 [268] Mt мейтнерий	110 [271] Ds дармштадтий		
	11	111 [272] Rg рентгений	112 285 Uub цинк	113 [] Uut []	114 [289] Uug []	115 [] Uup []	116 [292] Uuh []	117 [] Uus []	118 [293] Uuo []				

Лантаноиды

58 140,1 Ce церий	59 140,9 Pr празеодим	60 144,2 Nd неодим	61 145 Pm прометий	62 150,4 Sm самарий	63 151,9 Eu европий	64 157,3 Gd гадолиний	65 158,9 Tb тербий	66 162,5 Dy диспрозий	67 164,9 Ho гольмий	68 167,3 Er эрбий	69 168,9 Tm тулий	70 173,0 Yb иттербий	71 174,9 Lu лютеций
----------------------------	--------------------------------	-----------------------------	-----------------------------	------------------------------	------------------------------	--------------------------------	-----------------------------	--------------------------------	------------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------------------	------------------------------

Актиноиды

90 232,0 Th торий	91 231,0 Pa протактиний	92 238,0 U уран	93 237 Np нептуний	94 244 Pu плутоний	95 243 Am америций	96 247 Cm курий	97 247 Bk берклий	98 247 Bk берклий	99 252 Es эйзенштейний	100 257 Fm фермий	101 258 Md менделеев	102 259 No нобелий	103 262 Lr лоуренсий
----------------------------	----------------------------------	--------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	--------------------------	----------------------------	----------------------------	---------------------------------	----------------------------	-------------------------------	-----------------------------	-------------------------------

Целое число в скобках - массовое число наиболее устойчивого изотопа

Классификация металлов

3 Li литий	4 Be бериллий													
11 Na натрий	12 Mg магний	13 Al алюминий												
19 K калий	20 Ca кальций	21 Sc скандий	22 Ti титан	23 V ванадий	24 Cr хром	25 Mn марганец	26 Fe железо	27 Co кобальт	28 Ni никель	29 Cu медь	30 Zn цинк	31 Ga галлий	32 Ge германий	33 As мышьяк
37 Rb рубидий	38 Sr стронций	39 Y иттрий	40 Zr цирконий	41 Nb необий	42 Mo молибден	43 Tc технеций	44 Ru рутений	45 Rh родий	46 Pd палладий	47 Ag серебро	48 Cd кадмий	49 In индий	50 Sn олово	51 Sb сурьма
55 Cs цезий	56 Ba барий	57-71 лантаноиды	72 Hf гафний	73 Ta тантал	74 W вольфрам	75 Re рений	76 Os осмий	77 Ir иридий	78 Pt платина	79 Au золото	80 Hg ртуть	81 Tl таллий	82 Pb свинец	83 Bi висмут
87 Fr франций	88 Ra радий	89-103 актиноиды												

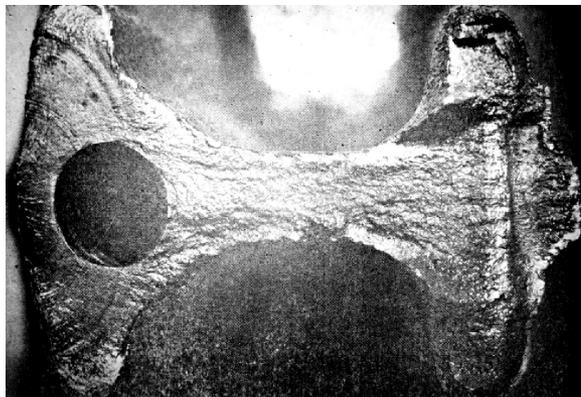
Щелочно-земельные металлы	Легкие металлы	Редкоземельные металлы	Тугоплавкие металлы	Железные металлы	Благородные металлы	Легкоплавкие металлы	Урановые металлы
---------------------------	----------------	------------------------	---------------------	------------------	---------------------	----------------------	------------------

Масштабные уровни исследования структуры материалов

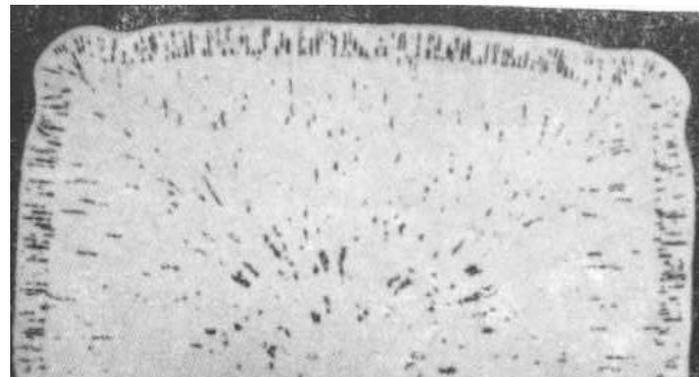
	Увеличение	Основные методы исследования	Типичные детали структуры
Макро-	$\times 1 \dots \times 30$	Визуальный осмотр, ультразвуковая и рентгеновская дефектоскопия	Поры, трещины, другие дефекты, химическая неоднородность, зоны разрушения
Микро-	$\times 100 \dots \times 2000$	Оптическая и растровая электронная микроскопия	Величина зерна, морфология и фаз, включения
Субмикро-	$\times 2000 \dots \times 10^5$	Растровая и просвечивающая электронная, а также атомно-силовая микроскопия,	Морфология высокодисперсных фаз, структура субзерен, детали границ фаз и другие высокодисперсные детали структуры
Нано-	Свыше $\times 10^6$	Рентгеноструктурный анализ, сканирующая туннельная и электронная просвечивающая микроскопия	Кристаллическая и межзеренная структура, точечные дефекты и их кластеры

Макроуровень структуры стальных и чугуновых деталей

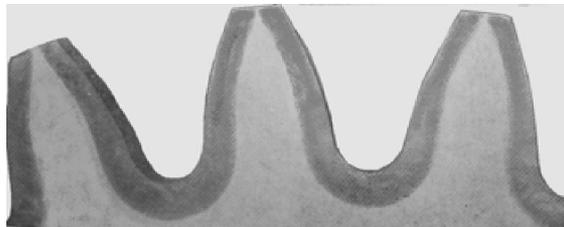
Усталостный излом кованого шатуна из стали 40ХГНМ



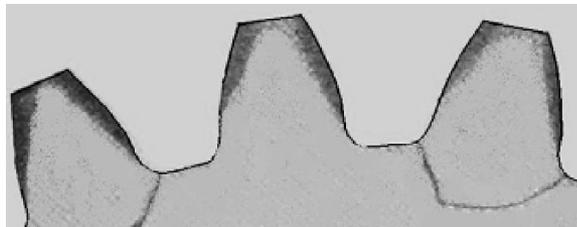
Подкорковые и внутренние газовые пузыри в слитке легированной стали



Закалённый слой зубьев шестерни крана:
a – качественный; *б* – брак по недогреву (при эксплуатации образовались усталостные трещины в неупрочненном основании зубьев).

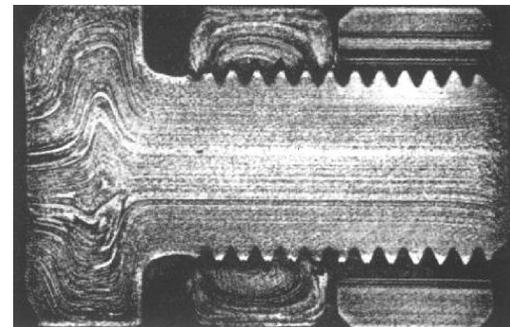


a



б

Волокнистая структура кованых болта и гайки, вторая гайка выточена

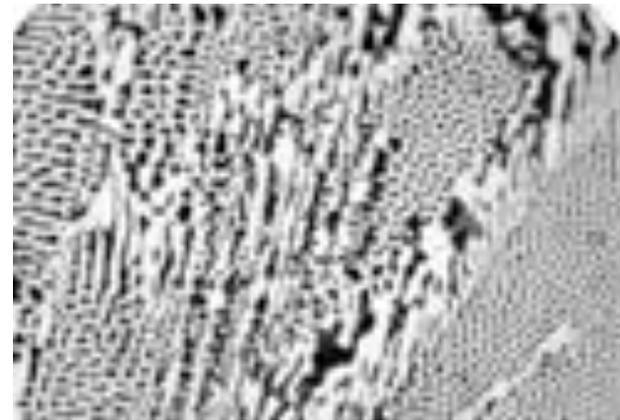


Микроструктура стали и сплавов

Структура доэвтектоидной стали. Перлит и феррит в виде сетки и игл, $\times 100$



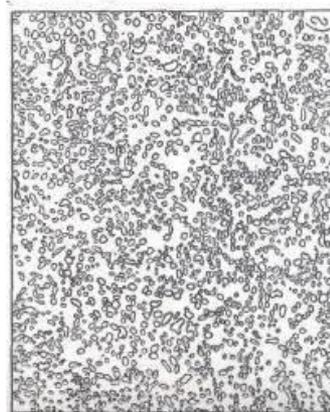
Эвтектический белый чугун, ледебурит, $\times 250$



Пластинчатый (а) и зернистый (б) перлит, $\times 500$

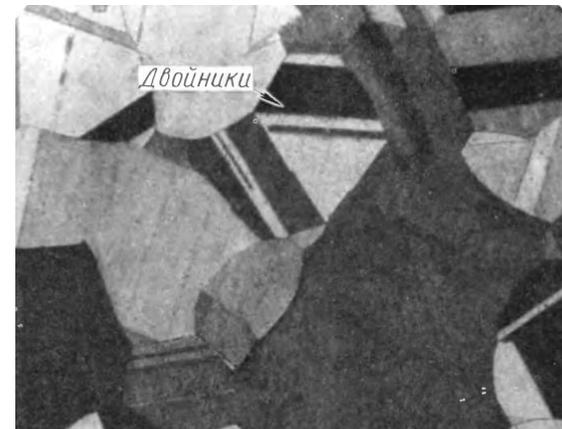


а



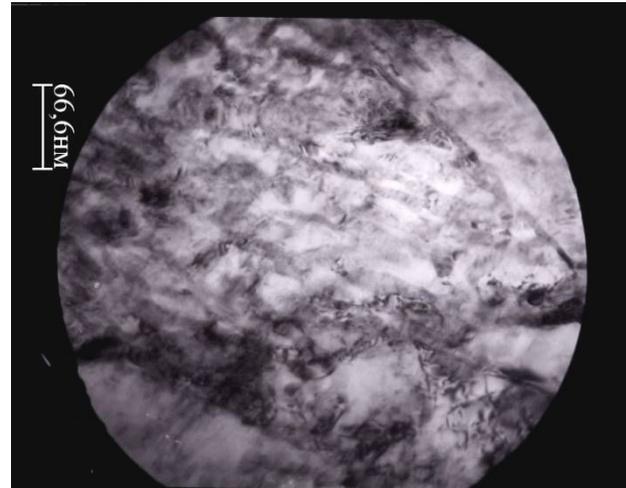
б

Зёрна α -твёрдого раствора однофазной латуни, $\times 250$

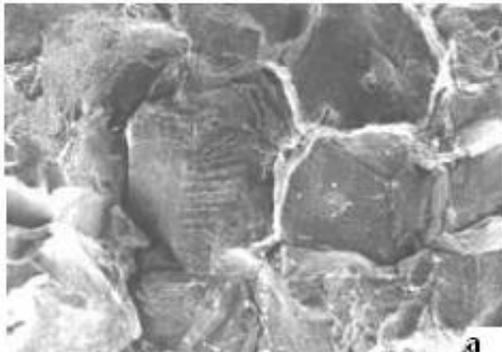


Субмикроруровень структуры сплавов

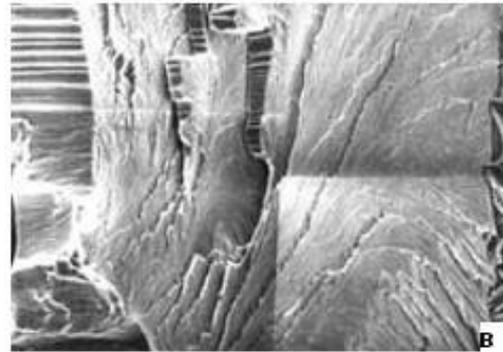
Границы субзерен пружинной стали.
Просвечивающая электронная
микроскопия тонкой фольги.



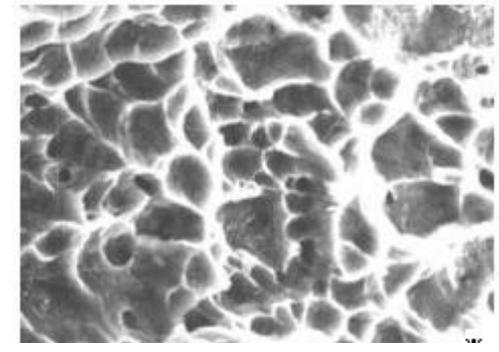
Изломы межзеренного (а) и внутризеренного
разрушения (б – хрупкого, в – вязкого) $\times 20000$



а



б



в