

**ИНСТРУКЦИЯ ЗА КОНТРОЛ НА МЕТАЛА И ОЦЕНКА НА
ТЕХНИЧЕСКОТО СЪСТОЯНИЕ НА ЕЛЕМЕНТИ И СИСТЕМИ
ОТ КОТЛИ, ТУРБИНИ И ТРЪБОПРОВОДИ В Т Е Ц**

ПРИЛОЖЕНИЕ 11. ХАРАКТЕРИСТИКИ НА СТОМАНИТЕ

София, 1996 г.

СЪДЪРЖАНИЕ

	с тр .
1. Общи положе ния	3
2. Ус ловни о зна че ния	4
3. Безше вни сто ма не ни тръби	5
3.1. По ТУ 14-3-460-75	5
3.2. По CSN	15
3.3. По PN-64/H-84024	21
3.4. По DIN 17175	25
4. Сто ма ни за ко те лни ба ра ба ни	34
4.1. По ГОСТ	34
4.2. По CSN	37
4.3. По BN-66/0642-12	38
5. Сто ма ни за па рни тур бини	39
5.1. По ГОСТ	39
5.2. По CSN	50
6. Сто ма ни за с върз ва щи де та йли	54
6.1. По ГОСТ 20700-75	54
6.2. По CSN	57

1. ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ

В Приложение 11 са представени характеристиките на основната част от стоманите, от които са изработени топлоенергийните съоръжения, подлежащи на контрол.

Приложението има справочен характер и не представлява отразено в документ за материалите.

Стоманите са групирани в зависимост от предназначението им и производителя.

Като източник на данните са използвани стандартите на производителя. Където това не е спазено, изрично е посочен съответният източник. Номерата на чешките стандарти имат следния вид: CSN 4 (означение на стоманата), на пример за стомана 12022 – CSN 412022.

Представени са следните основни характеристики:

- химически състав;
- физични свойства;
- механични свойства при 20 °C;
- якостни свойства при високи температури;
- номинални допусци на прежения – за някои стомани;
- кривина на маглоциклова умора;
- характеристики на пукастиностойчивост.

2. УСЛОВНИ ОЗНАЧЕНИЯ

Използвани са следните означения за химическия състав и свойствата на стоманите:

C - въглерод;

Si - силиций;

Mn - манган;

P - фосфор;

S - сяра;

Cu - мед;

Cr - хром;

Mo - молибден;

V - ванадий;

Ni - никел;

Ti - титан;

W - волфрам;

B - бор;

Nb - ниобий;

R_m , R_{mt} - якост на опън при 20°C и при температура t , МПа.

Представените в таблиците стойности са минимално допустими или допустим диапазон, ако изрично не е указано друго;

R_e , R_{et} - граница на провлачване на метала при 20°C и при температура t , МПа. Представените в таблиците стойности са минимално допустими, ако изрично не е указано друго;

$R_{0,2}$, $R_{0,2t}$ - условна граница на провлачване на метала при остатъчна деформация 0,2 % при 20°C и при температура t , МПа. Представените в таблиците стойности са минимално допустими, ако изрично не е указано друго;

$R_z(10^4)t$, $R_z(10^5)t$ и $R_z(2 \cdot 10^5)t$, - условна граница на продължителна якост при опън за 10^4 , 10^5 и $2 \cdot 10^5$ h съответно, МПа. Представените в таблиците стойности са средни за диапазона на разсейване, установен

при изпитванията. Долната граница на този диапазон е с 20 % по-ниска от посочените средни стойности.

$R_1(10^4)_t$, $R_1(10^5)_t$ и $R_1(2 \cdot 10^5)_t$, - условна граница на пълзене, обуславяща деформация 1 % за 10^4 , 10^5 и $2 \cdot 10^5$ h съответно, МРа. Представените в таблиците стойности са средни за диапазона на разсейване, установен при изпитванията. Долната граница на този диапазон е с 20 % по-ниска от посочените средни стойности.

A₅ - относително удължение, %. Представените в таблиците стойности са минимално допустими за съответната стомана;

Z - относително свиване, %. Представените в таблиците стойности са минимално допустими за съответната стомана;

KCU - ударна жилавост при изпитване на образец с концентратор от тип U, J/cm². Представените в таблиците стойности са минимално допустими за съответната стомана;

KCV - ударна жилавост при изпитване на образец с концентратор от тип V, J/cm². Представените в таблиците стойности са минимално допустими за съответната стомана;

HV - твърдост по Бринел, HB;

[σ] - допустимо напрежение съгласно БДС 14965-88, МРа;

σ_a - амплитуда на напрежението в цикъл на натоварване, МРа;

2σ_a - размах на напрежението в цикъл на натоварване, МРа;

s - дебелина на стената, mm.

3. Безшевени стоманени тръби

3.1. По ТУ 14-3-460-75

Таблица 3.1.1

ХИМИЧЕСКИ СЪСТАВ

СТОМАНА	Химически състав в те гловни %									
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Mo	V	Ni
20	0,17 ÷ 0,24	0,17 ÷ 0,37	0,35 ÷ 0,65	≤ 0,030	≤ 0,025	≤ 0,30	≤ 0,25			≤ 0,25
15ГС	0,12 ÷ 0,18	0,70 ÷ 1,00	0,90 ÷ 1,30	≤ 0,035	≤ 0,025	≤ 0,30	≤ 0,30			≤ 0,30
15ХМ	0,11 ÷ 0,16	0,17 ÷ 0,37	0,40 ÷ 0,70	≤ 0,035	≤ 0,025	≤ 0,20	0,80 ÷ 1,10	0,40 ÷ 0,55		≤ 0,25
12Х1МФ	0,08 ÷ 0,15	0,17 ÷ 0,37	0,40 ÷ 0,70	≤ 0,025	≤ 0,025	≤ 0,20	0,90 ÷ 1,20	0,25 ÷ 0,35	0,15 ÷ 0,30	≤ 0,25
15Х1М1Ф	0,10 ÷ 0,16	0,17 ÷ 0,37	0,40 ÷ 0,70	≤ 0,025	≤ 0,025	≤ 0,25	1,10 ÷ 1,40	0,90 ÷ 1,10	0,20 ÷ 0,35	≤ 0,25
12Х2МФСР ¹⁾	0,08 ÷ 0,15	0,40 ÷ 0,70	0,40 ÷ 0,70	≤ 0,025	≤ 0,025	≤ 0,25	1,60 ÷ 1,90	≤ 0,50	0,20 ÷ 0,35	≤ 0,25
12Х11В2МФ ²⁾	0,10 ÷ 0,15	≤ 0,50	0,50 ÷ 0,80	≤ 0,025	≤ 0,025	≤ 0,30	10,0 ÷ 12,0	0,60 ÷ 0,90	0,15 ÷ 0,30	≤ 0,60
12Х18Н12Т ³⁾	≤ 0,12	≤ 0,80	1,00 ÷ 2,00	≤ 0,035	≤ 0,020	≤ 0,30	17,0 ÷ 19,0			11 ÷ 13

1) Съдържание на В = 0,002 ÷ 0,005 %

2) Съдържание на W = 1,70 ÷ 2,20 %

3) Съдържание на Ti = 5x (C,% - 0,02) ÷ 0,70 %

Таблица 3.1.2
ФИЗИЧНИ СВОЙСТВА 1)

СТО- МАНА	СВОЙСТВО	ТЕМПЕРАТУРА, °С						
		20	100	200	300	400	500	600
20	Модул на еластичност - Е, МПа . 10 ⁻⁵	1,96	1,91	1,86	1,76	1,67	1,57	-
	Коефициент на линейно разширение - α , 1/°С . 10 ⁶		11,9	12,5	13,1	13,6	14,0	14,4
	Топлопроводност - λ , W/m . °С	51,7	51,0	48,5	44,4	42,7	39,3	35,6
	Топлоемкост - с , J/kg . °С	-	461	528	565	611	683	770
15ГС	Модул на еластичност - Е, МПа . 10 ⁻⁵	1,96	1,91	1,86	1,76	1,67	1,57	-
	Коефициент на линейно разширение - α , 1/°С . 10 ⁶		11,9	12,5	13,1	13,6	14,0	14,4
15ХМ	Модул на еластичност - Е, МПа . 10 ⁻⁵	2,06	2,01	1,96	1,91	1,81	1,71	1,62
	Коефициент на линейно разширение - α , 1/°С . 10 ⁶		11,9	12,5	13,1	13,6	14,0	14,4
	Топлопроводност - λ , W/m . °С	-	44,2	41,2	40,7	39,0	36,0	33,7
12Х1МФ	Модул на еластичност - Е, МПа . 10 ⁻⁵	2,06	2,01	1,96	1,91	1,81	1,71	1,62
	Коефициент на линейно разширение - α , 1/°С . 10 ⁶		11,9	12,5	13,1	13,6	14,0	14,4
	Топлопроводност - λ , W/m . °С	44,0	44,2	43,7	41,8	39,7	37,2	35,0
	Топлоемкост - с , J/kg . °С	-	505	555	561	654	702	768

Таблица 3.1.2 - Продължение

СТОМАНА	СВОЙСТВО	ТЕМПЕРАТУРА, °С						
		20	100	200	300	400	500	600
15X1M1Ф	Модул на еластичност - E , МПа . 10^{-5}	2,06	2,01	1,96	1,91	1,81	1,71	1,62
	Коефициент на линейно разширение - α , $1/^\circ\text{C} \cdot 10^6$		11,9	12,5	13,1	13,6	14,0	14,4
	Топлопроводност - λ , W/m . $^\circ\text{C}$	-	41,5	40,2	38,5	36,9	35,6	33,9
12X2MФСР	Модул на еластичност - E , МПа . 10^{-5}	2,06	2,01	1,96	1,91	1,81	1,71	1,62
	Коефициент на линейно разширение - α , $1/^\circ\text{C} \cdot 10^6$		11,9	12,5	13,1	13,6	14,0	14,4
	Топлопроводност - λ , W/m . $^\circ\text{C}$	36,1	37,1	37,6	36,6	35,1	33,8	32,8
12X11В2МФ	Модул на еластичност - E , МПа . 10^{-5}	2,16	2,11	2,06	1,96	1,86	1,76	1,67
	Коефициент на линейно разширение - α , $1/^\circ\text{C} \cdot 10^6$		10,3	10,8	11,2	11,5	11,8	12,0
	Топлопроводност - λ , W/m . $^\circ\text{C}$	-	24,3	25,9	26,9	27,7	28,8	27,8
12X18Н12Т	Модул на еластичност - E , МПа . 10^{-5}	2,01	1,96	1,86	1,76	1,67	1,62	1,57
	Коефициент на линейно разширение - α , $1/^\circ\text{C} \cdot 10^6$		16,6	17,0	17,4	17,8	18,2	18,5
	Топлопроводност - λ , W/m . $^\circ\text{C}$	15,5	16,3	18,0	19,6	21,0	23,0	24,8

1) Източник - Антикайн П. А., Краткий справочник по металлам для оборудования и трубопроводов ТЭС, Москва, Энергоатомиздат, 1991

Таблица 3.1.5
ГРАНИЦА НА ПРОДЪЛЖИТЕЛНА ЯКОСТ И 1 % ГРАНИЦА НА ПЪЛЗЕНЕ¹⁾

СТОМАНА	ХАРАКТЕРИСТИКА	ТЕМПЕРАТУРА, °С													
		400	420	425	440	450	500	510	520	540	550	570	600	650	
20	1 % граница на	50 000 h	112	100	-	81	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	пълзене в МРа за:	100 000 h	97	83	-	69	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		150 000 h	88	74	-	59	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		200 000 h	81	66	-	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Граница на	10 000 h	238	-	178	-	132	-	-	-	-	-	-	-	-
	продължителна	100 000 h	175	-	126	-	90	-	-	-	-	-	-	-	-
якост в МРа за:	200 000 h	159	-	114	-	80	-	-	-	-	-	-	-	-	
15ХМ	1 % граница на	50 000 h	-	-	-	-	-	118	98	82	-	-	-	-	-
	пълзене в МРа за:	100 000 h	-	-	-	-	-	106	87	74	-	-	-	-	-
		150 000 h	-	-	-	-	-	98	78	66	-	-	-	-	-
		200 000 h	-	-	-	-	-	91	70	59	-	-	-	-	-
	Граница на	10 000 h	-	-	-	-	-	217	-	-	-	90	-	-	-
	продължителна	100 000 h	-	-	-	-	-	142	-	-	-	47	-	-	-
якост в МРа за:	200 000 h	-	-	-	-	-	120	-	-	-	38	-	-	-	
12Х1МФ	1 % граница на	50 000 h	-	-	-	-	-	-	-	115	94	-	70	-	-
	пълзене в МРа за:	100 000 h	-	-	-	-	-	-	-	108	87	-	63	-	-
		150 000 h	-	-	-	-	-	-	-	100	80	-	57	-	-
		200 000 h	-	-	-	-	-	-	-	92	74	-	52	-	-
	Граница на	10 000 h	-	-	-	-	-	147	-	-	-	103	-	64	-
	Продължителна	100 000 h	-	-	-	-	-	118	-	-	-	83	-	45	-
якост в МРа за:	200 000 h	-	-	-	-	-	113	-	-	-	76	-	39	-	
15Х1М1Ф	1 % граница на	50 000 h	-	-	-	-	-	-	-	135	102	-	80	-	-
	пълзене в МРа за:	100 000 h	-	-	-	-	-	-	-	115	93	-	68	-	-
		150 000 h	-	-	-	-	-	-	-	109	88	-	64	-	-
		200 000 h	-	-	-	-	-	-	-	103	83	-	61	-	-
	Граница на	10 000 h	-	-	-	-	-	240	-	-	169	-	129	-	-
	Продължителна	100 000 h	-	-	-	-	-	196	-	-	134	-	101	-	-
якост в МРа за:	200 000 h	-	-	-	-	-	184	-	-	125	-	94	-	-	
12Х18Н12Т	Граница на	10 000 h	-	-	-	-	-	255	-	-	-	201	-	157	108
	продължителна	100 000 h	-	-	-	-	-	196	-	-	-	149	-	108	69
	якост в МРа за:	200 000 h	-	-	-	-	-	186	-	-	-	137	-	97	59

1) Източник - РТМ 108.031.112-80 Метод оценки долговечности колесных паровозов

Таблица 3.1.6
НОМИНАЛНИ ДОПУСТИМИ НАПРЕЖЕНИЯ в МПа 1)

СТОМАНА	Срок на експлоатация	ТЕМПЕРАТУРА, °С																															
		до 100	150	200	250	300	350	380	400	420	440	450	460	470	480	500	510	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610	620	640				
20	10 000	147	-	140	132	119	106	97	92	86	80	77	74	64	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	100 000	147	-	140	132	119	106	97	92	79	66	59	52	46	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	200 000	147	-	140	132	119	106	97	78	63	50	46	38	32	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15ГС	10 000	185	-	169	165	153	133	121	113	102	92	88	82	71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	100 000	185	-	169	165	153	133	121	113	90	70	63	54	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	200 000	185	-	169	165	153	133	121	96	75	55	46	38	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15ХМ	10 000	153	153	-	152	147	140	-	133	131	128	127	125	-	122	119	117	110	97	80	62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	100 000	153	153	-	152	147	140	-	133	131	128	127	125	-	122	105	85	70	56	45	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	200 000	153	153	-	152	147	140	-	133	131	128	127	125	-	113	85	72	58	44	35	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12Х1МФ	10 000	173	173	-	166	159	152	-	145	142	139	138	136	-	133	130	120	112	100	88	80	72	65	59	53	47	-	-	-	-	-	-	
	100 000	173	173	-	166	159	152	-	145	142	139	138	136	-	133	113	101	90	81	73	66	59	53	47	41	37	-	-	-	-	-	-	
	200 000	173	173	-	166	159	152	-	145	142	139	138	136	-	120	96	86	77	69	62	56	50	44	39	35	31	-	-	-	-	-	-	-
15Х1М1Ф	10 000	192	192	-	186	180	172	-	162	158	154	152	150	-	146	140	137	125	111	100	90	81	73	66	60	54	-	-	-	-	-	-	-
	100 000	192	192	-	186	180	172	-	162	158	154	152	150	-	145	120	107	96	86	78	71	64	57	52	47	43	-	-	-	-	-	-	-
	200 000	192	192	-	186	180	172	-	162	158	154	152	150	-	130	108	96	86	77	69	63	57	51	46	42	38	-	-	-	-	-	-	-
12Х2МФСП	10 000	167	167	-	160	153	147	-	140	137	134	133	131	-	128	121	115	105	95	87	80	72	65	59	53	47	41	-	-	-	-	-	-
	100 000	167	167	-	160	153	147	-	140	137	134	133	131	-	128	106	94	85	78	70	63	57	52	46	41	37	33	-	-	-	-	-	-
	200 000	167	167	-	160	153	147	-	140	137	134	133	131	-	119	97	87	79	70	63	56	50	45	41	36	33	28	-	-	-	-	-	-
12Х11В2МФ	10 000	195	195	-	183	175	167	-	158	-	-	152	-	-	-	145	-	143	-	140	130	121	113	104	95	87	78	70	54	-	-	-	-
	100 000	195	195	-	183	175	167	-	158	-	-	152	-	-	-	145	-	134	-	115	107	97	87	78	69	60	51	47	27	-	-	-	-
	200 000	195	195	-	183	175	167	-	158	-	-	152	-	-	-	145	-	128	-	108	100	90	80	72	64	55	47	39	23	-	-	-	-
12Х18Н12Т	10 000	147	147	-	125	120	116	-	111	-	-	107	-	-	-	104	-	103	-	102	102	101	101	100	98	94	88	82	72	-	-	-	-
	100 000	147	147	-	125	120	116	-	111	-	-	107	-	-	-	104	-	103	-	102	102	101	97	90	81	74	68	62	52	-	-	-	-
	200 000	147	147	-	125	120	116	-	111	-	-	107	-	-	-	104	-	103	-	102	100	91	87	81	73	66	59	53	45	-	-	-	-

1) Источник - ОСТ 108.031.08-85 Котлы стационарные и трубопроводы пара и горячей воды. Нормы расчета на прочность. Общие положения по обособованию толщины стенки.

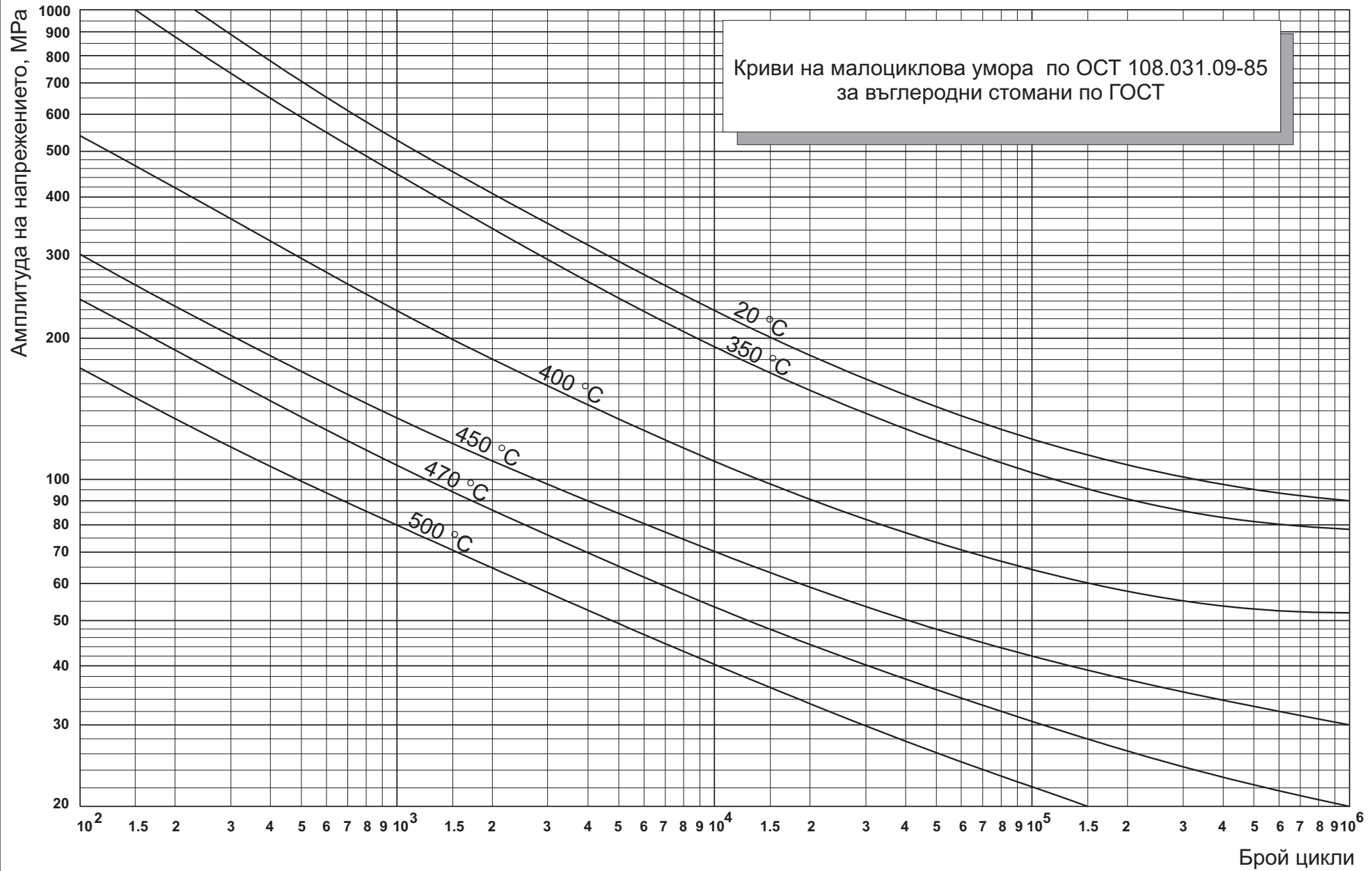
Таблица 3.1.3
МЕХАНИЧНИ СВОЙСТВА ПРИ 20° С

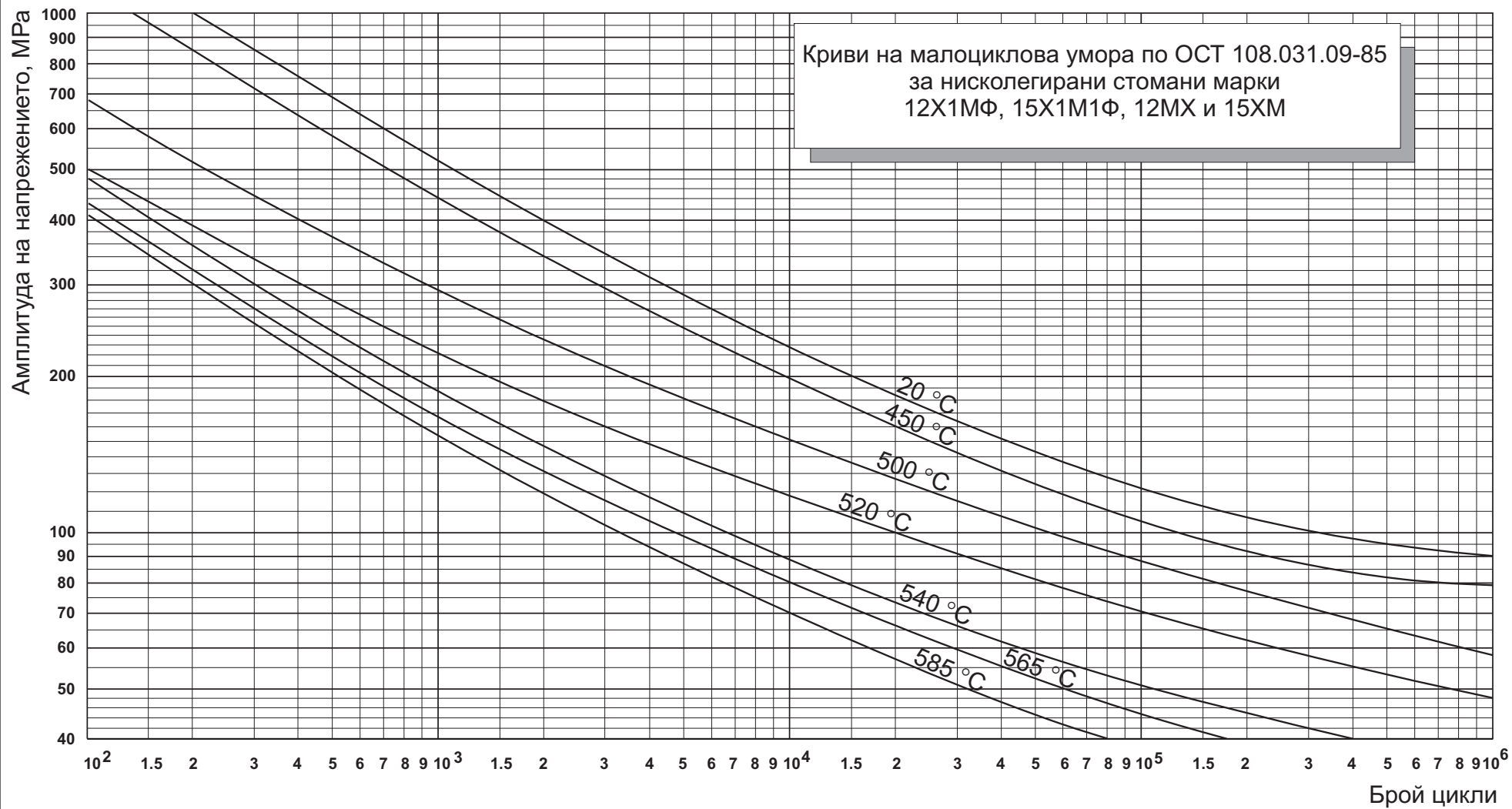
СТОМАНА	Rm	Re	A ₅		Z		КСУ		НВ
			на дл	на пр	на дл	на пр	на дл	на пр	
	МПа	МПа	%		%		J/cm ²		
20	412 ÷ 549	216	21	22	45	40	50	40	-
15ГС	490	294	18	16	45	40	60	50	-
15ХМ	441 ÷ 637	235	21	20	50	45	60	50	-
12Х1МФ	441 ÷ 637	274	21	19	55	50	60	50	-
15Х1М1Ф	490 ÷ 686	314	18	16	50	45	50	40	-
12Х2МФСР	470	274	21	-	-	-	-	-	-
12Х11В2МФ	589	392	18	17	-	45	-	50	≤ 255
12Х18Н12Т	530	216	35	-	55	-	-	-	≤ 200

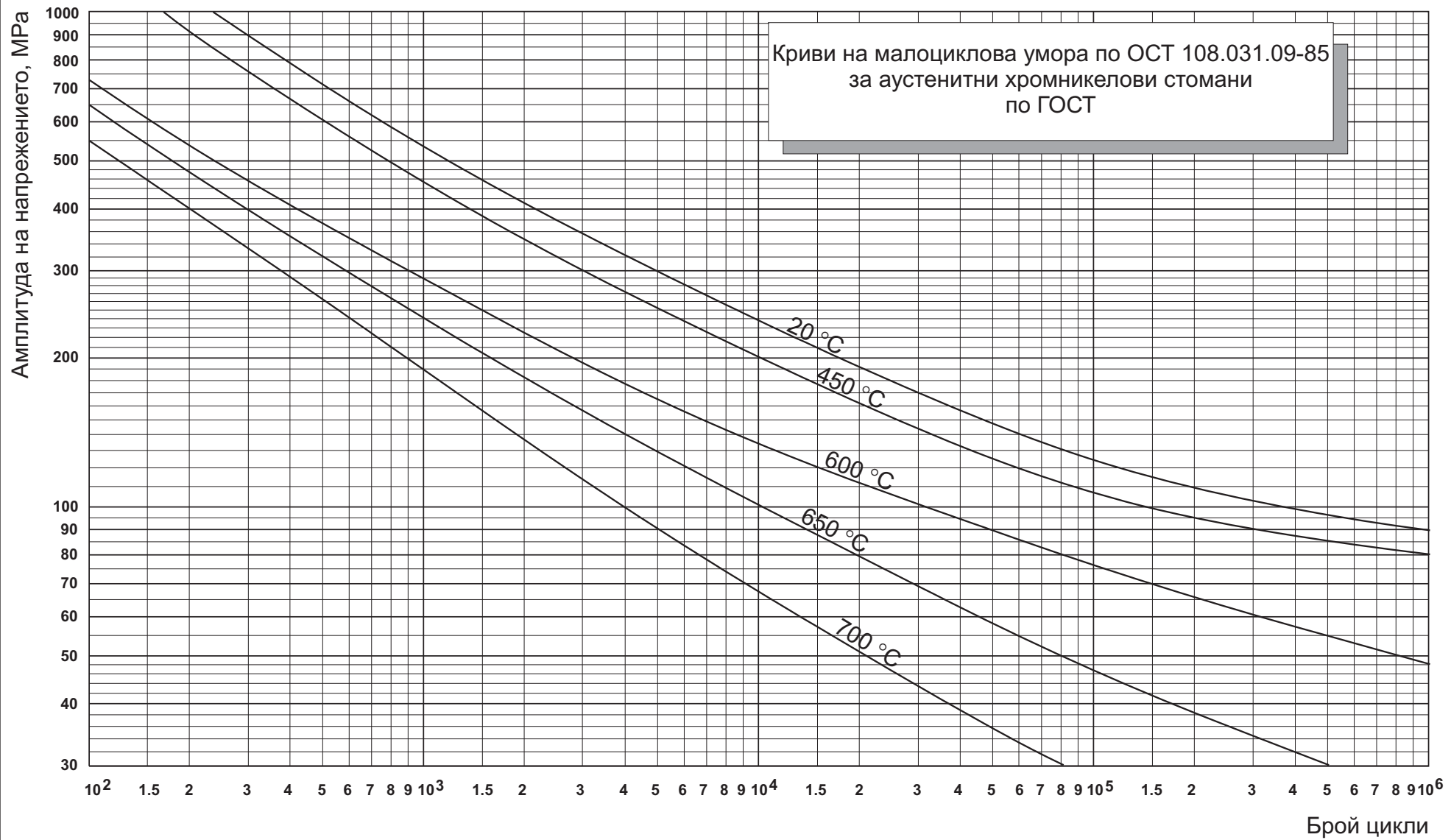
Таблица 3.1.4
ЯКОСТНИ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ВИСОКИ ТЕМПЕРАТУРИ в МПа

СТОМАНА	ХАРАКТЕ РИСТИКА	ТЕМПЕРАТУРА, °С									
		100	200	250	300	350	400	450	500	550	600
20	R _{mt} ¹⁾	401	401	392	372	362	353	313	-	-	-
	R _{0,2t}	216	206	196	176	157	137	118	-	-	-
15ГС	R _{mt} ¹⁾	431	421	441	441	441	412	372	-	-	-
	R _{0,2t}	265	254	245	225	196	167	127	-	-	-
15ХМ	R _{mt} ¹⁾	431	421	421	412	392	372	343	294	196	-
	R _{0,2t}	235	225	225	216	205	196	186	176	157	-
12Х1МФ	R _{mt} ¹⁾	431	421	421	412	392	372	343	294	196	-
	R _{0,2t}	265	254	250	245	225	215	206	186	147	-
15Х1М1Ф	R _{mt} ¹⁾	490	490	480	470	441	411	392	333	274	284
	R _{0,2t}	294	284	274	265	255	235	225	205	186	166
12Х2МФСР	R _{0,2t}	-	-	235	225	216	206	196	-	-	-
12Х18Н12Т	R _{mt} ¹⁾	412	372	353	333	314	304	299	294	284	274
	R _{0,2t}	166	147	137	137	137	127	123	117	107	98

1) Източник - РУ вып. 43 Службени свойства ко тельних материалов







3.2. По CSN

Таблица 3.2.1
ХИМИЧЕСКИ СЪСТАВ

СТОМАНА	Химически състав в тегловни %								
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Ni
12022	0,15 ÷ 0,22	0,17 ÷ 0,37	0,50 ÷ 0,60	≤ 0,040	≤ 0,040	≤ 0,25			≤ 0,25
15110	0,08 ÷ 0,16	0,15 ÷ 0,40	0,40 ÷ 0,70	≤ 0,040	≤ 0,040	0,50 ÷ 0,75		0,20 ÷ 0,35	
15111	0,08 ÷ 0,16	0,15 ÷ 0,40	0,40 ÷ 0,70	≤ 0,040	≤ 0,040	0,50 ÷ 0,70	0,20 ÷ 0,40	0,20 ÷ 0,35	
15123	0,09 ÷ 0,17	0,15 ÷ 0,40	0,45 ÷ 0,70	≤ 0,040	≤ 0,040	0,50 ÷ 0,75	0,40 ÷ 0,60	0,20 ÷ 0,35	
15128	0,10 ÷ 0,18	0,15 ÷ 0,40	0,45 ÷ 0,70	≤ 0,040	≤ 0,040	0,50 ÷ 0,75	0,40 ÷ 0,60	0,22 ÷ 0,35	

Таблица 3.2.2
ФИЗИЧНИ СВОЙСТВА

СТО-МАНА	СВОЙСТВО	ТЕМПЕРАТУРА, °С						
		20	100	200	300	400	500	600
12022	Моду л на е л а с т и ч н о с т - E , МПа . 10^{-5}	2,06	1,99	1,91	1,814	1,716	1,618	1,52
	К о е ф и ц и е н т на л и н е й н о р а з ш и р е н и е - α , $1/^\circ\text{C} \cdot 10^6$		11,1	12,1	12,9	13,5	13,9	14,1
	Т о п л о п р о в о д н о с т - λ , W/m . $^\circ\text{C}$	47	45,5	43	40,5	38	35	-
	Т о п л о е м к о с т - с, J/kg . $^\circ\text{C}$	472	515	544	578	624	687	774
15110	Моду л на е л а с т и ч н о с т - E , МПа . 10^{-5}	2,09	-	2,00	1,94	1,85	1,74	1,60
	К о е ф и ц и е н т на л и н е й н о р а з ш и р е н и е - α , $1/^\circ\text{C} \cdot 10^6$		-	13,1	13,5	14,1	14,3	14,5
	Т о п л о п р о в о д н о с т - λ , W/m . $^\circ\text{C}$	41,5	-	40,6	40,2	39,8	-	-
	Т о п л о е м к о с т - с, J/kg . $^\circ\text{C}$	472	515	544	578	624	687	774
15111	Моду л на е л а с т и ч н о с т - E , МПа . 10^{-5}	2,18	2,155	2,10	2,015	1,905	1,78	1,64
	К о е ф и ц и е н т на л и н е й н о р а з ш и р е н и е - α , $1/^\circ\text{C} \cdot 10^6$		11,4	12,4	13,2	13,8	14,1	14,5
	Т о п л о п р о в о д н о с т - λ , W/m . $^\circ\text{C}$	40,2	39,8	39,8	39,4	38,5	-	-
	Т о п л о е м к о с т - с, J/kg . $^\circ\text{C}$	472	515	544	578	624	687	774
15123	Моду л на е л а с т и ч н о с т - E , МПа . 10^{-5}	2,174	2,13	2,06	1,99	1,905	1,805	1,67
	К о е ф и ц и е н т на л и н е й н о р а з ш и р е н и е - α , $1/^\circ\text{C} \cdot 10^6$		11,8	12,9	13,4	13,8	14,1	14,4
	Т о п л о п р о в о д н о с т - λ , W/m . $^\circ\text{C}$	39,4	39,4	38,9	38,9	38,5	-	-
	Т о п л о е м к о с т - с, J/kg . $^\circ\text{C}$	472	515	544	578	624	687	774
15128	Моду л на е л а с т и ч н о с т - E , МПа . 10^{-5}	2,14	2,11	2,08	1,97	1,88	1,78	1,66
	К о е ф и ц и е н т на л и н е й н о р а з ш и р е н и е - α , $1/^\circ\text{C} \cdot 10^6$		13,6	13,8	14,1	14,4	14,7	15,0
	Т о п л о п р о в о д н о с т - λ , W/m . $^\circ\text{C}$	39,4	39,4	38,9	38,9	38,5	-	-
	Т о п л о е м к о с т - с, J/kg . $^\circ\text{C}$	472	515	544	578	624	687	774

Таблица 3.2.4
 ЯКОСТНИ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ВИСОКИ ТЕМПЕРАТУРИ в МПа

СТОМАНА	ХАРАКТЕРИСТИКА		ТЕМПЕРАТУРА, °C													
			100	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	600
12022	R _{0,2t}	s ≤ 12	245	225	205	177	157	137	127	117	-	-	-	-	-	-
		12 < s ≤ 25	235	211	186	166	147	127	117	107	-	-	-	-	-	-
		25 < s ≤ 36	235	211	186	166	137	127	117	107	-	-	-	-	-	-
		s > 36	225	201	177	157	127	117	107	96	-	-	-	-	-	-
15110	R _{0,2t}	s ≤ 25	-	245	235	226	206	186	177	162	147	137	-	-	-	-
		25 < s ≤ 100	-	216	206	186	167	157	137	132	123	113	-	-	-	-
		s > 100	-	196	186	177	167	147	137	132	123	113	-	-	-	-
15111	R _{0,2t}	s ≤ 25	-	275	265	255	235	216	206	191	177	-	-	-	-	-
		25 < s ≤ 60	-	255	245	235	216	196	186	177	167	-	-	-	-	-
15123	R _{0,2t}	s ≤ 25	-	294	284	275	255	235	221	201	186	177	-	-	-	-
		25 < s ≤ 60	-	275	265	255	245	225	211	201	186	177	-	-	-	-
15128	R _{0,2t}	315 ≤ Re < 355	-	304	294	284	275	260	250	240	230	221	211	201	186	177
		353 ≤ Re < 430	-	319	304	294	279	265	255	245	235	226	217	206	191	181
		Re ≥ 430	-	378	368	353	333	314	304	294	284	270	255	245	230	216

Таблица 3.2.5 - Продължение

СТОМАНА	ХАРАКТЕРИСТИКА		ТЕМПЕРАТУРА, °C																
			470	475	480	490	500	510	520	525	530	540	550	560	570	575	580	590	600
15110	1 % граница на	10 000 h	160	-	143	129	116	104	89	-	81	73	64	56	-	-	-	-	-
	пълзене в МРа за :	100 000 h	113	-	98	87	77	67	59	-	50	44	37	32	-	-	-	-	-
	Граница на	10 000 h	177	-	161	146	132	120	106	-	98	89	81	73	-	-	-	-	-
	Продължителна якост в МРа за :	100 000 h 200 000 h	120 103	- -	107 91	95 81	85 71	75 62	67 55	- -	59 48	52 42	46 37	41 32	- -	- -	- -	- -	- -
15111	1 % граница на	10 000 h	-	196	-	-	162	-	-	131	-	-	105	-	-	83	79	-	69
	пълзене в МРа за :	100 000 h	-	157	-	-	125	-	-	97	-	-	73	-	-	52	49	-	39
	Граница на	10 000 h	-	237	-	-	196	-	-	159	-	-	125	-	-	100	96	-	82
	Продължителна якост в МРа за :	100 000 h	-	184	-	-	148	-	-	117	-	-	90	-	-	66	63	-	49
15123	1 % граница на	10 000 h	-	263	-	-	212	-	-	167	-	-	127	-	-	94	88	-	69
	пълзене в МРа за :	100 000 h	-	202	-	-	157	-	-	118	-	-	83	-	-	56	52	-	39
	Граница на	10 000 h	-	292	-	-	241	-	-	198	-	-	158	-	-	124	118	-	98
	Продължителна якост в МРа за :	100 000 h	-	227	-	-	180	-	-	138	-	-	102	-	-	72	67	-	51
15128.5	1 % граница на	10 000 h	-	-	-	-	196	-	-	155	-	-	118	-	-	85	78	-	59
	пълзене в МРа за :	100 000 h	-	-	-	-	147	-	-	108	-	-	74	-	-	45	39	-	24
15128.9 Re < 430	Граница на	10 000 h	327	-	297	269	244	221	199	-	180	162	146	131	118	-	105	94	84
	Продължителна	100 000 h	246	-	218	192	169	149	131	-	115	101	89	78	68	-	60	52	45
	якост в МРа за :	200 000 h	225	-	197	172	151	132	115	-	100	87	76	66	58	-	50	43	38
		250 000 h	219	-	191	167	145	127	110	-	96	83	73	63	55	-	47	41	35
15128.9 Re ≥ 430	1 % граница на	10 000 h	-	263	-	-	212	-	-	167	-	-	127	-	-	94	90	-	69
	пълзене в МРа за :	100 000 h	-	202	-	-	157	-	-	118	-	-	83	-	-	56	52	-	39
	Граница на	10 000 h	321	-	300	279	258	239	220	-	202	185	169	153	138	-	124	110	98
	Продължителна	100 000 h	266	-	242	219	197	177	157	-	139	123	107	93	81	-	69	59	51
	якост в МРа за :	200 000 h	249	-	225	201	180	159	140	-	123	107	92	79	68	-	58	49	41
	250 000 h	244	-	219	196	174	154	135	-	118	102	88	75	64	-	54	46	38	

Таблица 3.2.3

МЕХАНИЧНИ СВОЙСТВА ПРИ 20° С

СТО- МАНА	Rm	Re				A ₅	KCU	HB
		s ≤ 10	10 < s ≤ 25	25 < s ≤ 36	s > 36			
	MPa	MPa				%	J/cm ²	
12022	440 ÷ 570	255	255	245	235	21	59	≤ 175
15110	440 ÷ 590	255	255	235	-	20	78	127 ÷ 169
15110	410 ÷ 590	255	-	-	-	20	78	118 ÷ 169
15111	441 ÷ 637	294	294	274	-	24,5 ÷ 18,0	49	127 ÷ 183
15123	470 ÷ 637	294	294	294	-	23,0 ÷ 17,0	-	135 ÷ 183
15128.5	490 ÷ 690	365	365	365	-	18	50	140 ÷ 197
15128.9	570 ÷ 740	-	430	430	430	17	60	163 ÷ 223

3.3. По PN - 64/H-84024

Таблица 3.3.1

ХИМИЧЕСКИ СЪСТАВ

СТОМАНА	Химически състав в те гловни %							
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni
K18	0,14 ÷ 0,20	0,17 ÷ 0,37	0,60 ÷ 1,05	≤ 0,045	≤ 0,045	≤ 0,20		≤ 0,35
16M	0,12 ÷ 0,20	0,17 ÷ 0,37	0,40 ÷ 0,70	≤ 0,040	≤ 0,040	≤ 0,30	0,40 ÷ 0,60	≤ 0,35
15HM	0,11 ÷ 0,18	0,17 ÷ 0,37	0,40 ÷ 0,70	≤ 0,040	≤ 0,040	0,80 ÷ 1,10	0,40 ÷ 0,60	≤ 0,35
10H2M	0,08 ÷ 0,15	0,15 ÷ 0,30	0,40 ÷ 0,60	≤ 0,030	≤ 0,030	2,00 ÷ 2,50	0,90 ÷ 1,10	≤ 0,30

Таблица 3.3.2
ФИЗИЧНИ СВОЙСТВА

СТОМАНА	СВОЙСТВО	ТЕМПЕРАТУРА, °С						
		20	100	200	300	400	500	600
К18	Моду л на е л а с т и ч н о с т - E , МПа . 10^{-5}	2,10	-	-	1,85	1,75	1,65	-
	К о е ф и ц и е н т на л и н е й н о р а з ш и р е н и е - α , $1/^\circ\text{C}$. 10^6	-	11,1	12,1	12,9	13,5	13,9	-
	Т о п л о п р о в о д н о с т - λ , W/m . $^\circ\text{C}$	52,4	50,7	48,2	45,3	42,3	39,4	-
	Т о п л о е м к о с т - c , J/kg . $^\circ\text{C}$	470	508	529	561	623	694	790
16М	Моду л на е л а с т и ч н о с т - E , МПа . 10^{-5}	2,10	-	-	1,85	1,75	1,65	-
	К о е ф и ц и е н т на л и н е й н о р а з ш и р е н и е - α , $1/^\circ\text{C}$. 10^6	-	11,1	12,1	12,9	13,5	13,9	14,1
	Т о п л о п р о в о д н о с т - λ , W/m . $^\circ\text{C}$	50,3	46,1	-	46,1	41,9	37,7	-
	Т о п л о е м к о с т - c , J/kg . $^\circ\text{C}$	470	-	-	545	-	629	-
15НМ	Моду л на е л а с т и ч н о с т - E , МПа . 10^{-5}	2,10	-	-	1,85	1,75	1,65	-
	К о е ф и ц и е н т на л и н е й н о р а з ш и р е н и е - α , $1/^\circ\text{C}$. 10^6	-	11,1	12,1	12,9	13,5	13,9	14,1
	Т о п л о п р о в о д н о с т - λ , W/m . $^\circ\text{C}$	44,8	44,8	44,0	41,1	39,4	37,7	36,5
	Т о п л о е м к о с т - c , J/kg . $^\circ\text{C}$	474	-	-	545	-	670	-
10Н2М	Моду л на е л а с т и ч н о с т - E , МПа . 10^{-5}	2,10	-	-	1,85	1,75	1,65	1,55
	К о е ф и ц и е н т на л и н е й н о р а з ш и р е н и е - α , $1/^\circ\text{C}$. 10^6	-	11,1	12,1	12,9	13,5	13,9	14,1
	Т о п л о п р о в о д н о с т - λ , W/m . $^\circ\text{C}$	38,1	38,1	38,1	33,5	31,4	31,0	30,6
	Т о п л о е м к о с т - c , J/kg . $^\circ\text{C}$	474	508	529	561	623	694	790

Таблица 3.3.5
ГРАНИЦА НА ПРОДЪЛЖИТЕЛНА ЯКОСТ И 1 % ГРАНИЦА НА ПЪЛЗЕНЕ

СТОМАНА	ХАРАКТЕРИСТИКА		ТЕМПЕРАТУРА, °С								
			390	400	410	420	430	440	450	460	470
К18	1 % граница на пълзене в МРа за:	10 000 h	133	121	109	98	86	77	69	60	52
		100 000 h	101	88	76	66	57	50	44	38	32
	Граница на продължителна якост в МРа за:	10 000h	173	157	142	127	114	101	90	80	72
		100 000h	140	123	106	92	81	72	64	56	49

Таблица 3.3.5 - Продължение

СТО- МАНА	ХАРАКТЕРИСТИКА		ТЕМПЕРАТУРА, °С															
			450	460	470	480	490	500	510	520	530	540	550	560	570	580	590	600
16М	1 % граница на пълзене в МРа за:	10 000h	177	167	160	150	139	127	113	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		100 000h	147	135	123	108	92	78	66	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Граница на продължителна якост в МРа за:	10 000h	304	275	247	222	198	177	152	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		100 000h	216	191	167	144	123	103	85	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15НМ	1 % граница на пълзене в МРа за:	10 000h	-	-	-	198	183	167	146	125	107	89	73	-	-	-	-	-
		100 000h	-	-	-	153	136	118	100	81	65	49	36	-	-	-	-	-
	Граница на продължителна якост в МРа за:	10 000h	-	-	-	278	257	235	209	181	155	130	108	-	-	-	-	-
		100 000h	-	-	-	208	192	167	140	112	87	66	49	-	-	-	-	-
10Н2М	1 % граница на пълзене в МРа за:	10 000h	-	-	-	-	-	157	140	124	109	95	83	73	65	57	50	44
		100 000h	-	-	-	-	-	103	92	82	71	63	54	47	40	35	30	27
	Граница на продължителна якост в МРа за:	10 000h	-	-	-	-	-	196	176	157	139	123	108	96	85	74	66	59
		100 000h	-	-	-	-	-	147	128	113	98	85	73	64	56	49	43	39

Таблица 3.3.3
МЕХАНИЧНИ СВОЙСТВА ПРИ 20°С

СТОМАНА	Rm	Re	A ₅	Z	KCU	HB
	MPa	MPa	%	%	J/cm ²	
K18	441 ÷ 588	255	21	41	-	-
16M	432 ÷ 588	255	22	45	-	-
15HM	432 ÷ 588	275	21	50	-	-
10H2M	490 ÷ 638	265	20	45	-	-

Таблица 3.3.4
ЯКОСТНИ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ВИСОКИ ТЕМПЕРАТУРИ в MPa

СТОМАНА	ХАРАКТЕ- РИСТИКА	ТЕМПЕРАТУРА, °С							
		200	250	300	350	400	450	500	600
H18	R _{0,2t}	206	-	167	147	127	108	-	-
16M	R _{0,2t}	235	-	206	186	167	157	147	-
15HM	R _{0,2t}	265	-	245	235	216	196	186	-
10H2M	R _{0,2t}	245	235	225	216	206	196	186	-

3.4. По DIN 17175

Таблица 3.4.1

ХИМИЧЕСКИ СЪСТАВ

СТОМАНА	Химически състав в те гловни %								
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Ni
St 35.8	≤ 0,17	0,10 ÷ 0,35	0,40 ÷ 0,80	≤ 0,040	≤ 0,040				
St 45.8	≤ 0,21	0,10 ÷ 0,35	0,40 ÷ 1,20	≤ 0,040	≤ 0,040				
17Mn4	0,14 ÷ 0,20	0,20 ÷ 0,40	0,90 ÷ 1,20	≤ 0,040	≤ 0,040	≤ 0,30			
19Mn5	0,17 ÷ 0,22	0,30 ÷ 0,60	1,00 ÷ 1,30	≤ 0,040	≤ 0,040	≤ 0,30			
15Mo3	0,12 ÷ 0,20	0,10 ÷ 0,35	0,40 ÷ 0,80	≤ 0,035	≤ 0,035		0,25 ÷ 0,35		
13CrMo44	0,10 ÷ 0,18	0,10 ÷ 0,35	0,40 ÷ 0,70	≤ 0,035	≤ 0,035	0,70 ÷ 1,10	0,45 ÷ 0,65		
10CrMo910	0,08 ÷ 0,15	≤ 0,50	0,40 ÷ 0,70	≤ 0,035	≤ 0,035	2,00 ÷ 2,50	0,90 ÷ 1,20		
14MoV63	0,10 ÷ 0,18	0,10 ÷ 0,35	0,40 ÷ 0,70	≤ 0,035	≤ 0,035	0,30 ÷ 0,60	0,50 ÷ 0,70	0,22 ÷ 0,32	
X20CrMoV121	0,17 ÷ 0,23	≤ 0,50	≤ 1,00	≤ 0,030	≤ 0,030	10,0 ÷ 12,5	0,80 ÷ 1,20	0,25 ÷ 0,35	0,30 ÷ 0,80

Таблица 3.4.2
ФИЗИЧНИ СВОЙСТВА¹⁾

СТО-МАНА	СВОЙСТВО	ТЕМПЕРАТУРА, °С						
		20	100	200	300	400	500	600
St 35.8	Моду л на е л а с т и ч н о с т - E , МПа . 10^{-5}	2,11	2,07	2	1,92	1,83	1,75	1,66
	К о е ф и ц и е н т на л и н е й н о р а з ш и р е н и е - α , $1/^\circ\text{C} \cdot 10^6$	-	12,2	12,9	13,4	14	14,3	14,6
	Т о п л о п р о в о д н о с т - λ , W/m . $^\circ\text{C}$	57	57	54	50	45	42	37
	Т о п л о е м к о с т - с, J/kg . $^\circ\text{C}$	430	500	540	580	620	690	780
St 45.8	Моду л на е л а с т и ч н о с т - E , МПа . 10^{-5}	2,11	2,07	2	1,92	1,83	1,75	1,66
	К о е ф и ц и е н т на л и н е й н о р а з ш и р е н и е - α , $1/^\circ\text{C} \cdot 10^6$	-	12,2	12,9	13,4	14	14,3	14,6
	Т о п л о п р о в о д н о с т - λ , W/m . $^\circ\text{C}$	54	53	50	47	43	40	36
	Т о п л о е м к о с т - с, J/kg . $^\circ\text{C}$	430	500	540	580	620	690	780
17Mn4	Моду л на е л а с т и ч н о с т - E , МПа . 10^{-5}	2,12	2,08	2,01	1,93	1,85	1,75	1,64
	К о е ф и ц и е н т на л и н е й н о р а з ш и р е н и е - α , $1/^\circ\text{C} \cdot 10^6$	-	12,2	12,9	13,4	14	14,3	14,6
	Т о п л о п р о в о д н о с т - λ , W/m . $^\circ\text{C}$	47	47	46	44	41	38	35
	Т о п л о е м к о с т - с, J/kg . $^\circ\text{C}$	430	500	540	580	620	690	780
19Mn5	Моду л на е л а с т и ч н о с т - E , МПа . 10^{-5}	2,12	2,08	2,01	1,93	1,85	1,75	1,64
	К о е ф и ц и е н т на л и н е й н о р а з ш и р е н и е - α , $1/^\circ\text{C} \cdot 10^6$	-	12,2	12,9	13,4	14	14,3	14,6
	Т о п л о п р о в о д н о с т - λ , W/m . $^\circ\text{C}$	40	41	41	40	38	36	34
	Т о п л о е м к о с т - с, J/kg . $^\circ\text{C}$	430	500	540	580	620	690	780
15Mo3	Моду л на е л а с т и ч н о с т - E , МПа . 10^{-5}	2,12	2,08	2,01	1,93	1,85	1,76	1,66
	К о е ф и ц и е н т на л и н е й н о р а з ш и р е н и е - α , $1/^\circ\text{C} \cdot 10^6$	-	12,2	12,9	13,4	14	14,3	14,6
	Т о п л о п р о в о д н о с т - λ , W/m . $^\circ\text{C}$	51	51	49	45	42	39	36
	Т о п л о е м к о с т - с, J/kg . $^\circ\text{C}$	430	500	540	580	620	690	780

Таблица 3.4.2 - Продължение

СТОМАНА	СВОЙСТВО	ТЕМПЕРАТУРА, °C						
		20	100	200	300	400	500	600
13CrMo44	Модул на еластичност - E, МПа . 10 ⁻⁵	2,12	2,09	2,02	1,93	1,85	1,76	1,66
	Коэффициент на линейно разширение - α , 1/°C . 10 ⁶	-	12,2	12,9	13,4	14	14,3	14,6
	Топлопроводност - λ , W/m . °C	46	46	46	43	41	38	36
	Топлоемкост - c, J/kg . °C	430	500	540	580	620	690	780
10CrMo910	Модул на еластичност - E, МПа . 10 ⁻⁵	2,14	2,09	2,02	1,95	1,87	1,77	1,67
	Коэффициент на линейно разширение - α , 1/°C . 10 ⁶	-	12,2	12,9	13,4	14	14,3	14,6
	Топлопроводност - λ , W/m . °C	35	37	38	38	37	35	33
	Топлоемкост - c, J/kg . °C	430	500	540	580	620	690	780
14MoV63	Модул на еластичност - E, МПа . 10 ⁻⁵	2,13	2,09	2,02	1,94	1,86	1,78	1,69
	Коэффициент на линейно разширение - α , 1/°C . 10 ⁶	-	12,2	12,9	13,4	14	14,3	14,6
	Топлопроводност - λ , W/m . °C	46	47	46	44	41	39	36
	Топлоемкост - c, J/kg . °C	430	500	540	580	620	690	780
X20CrMo121	Модул на еластичност - E, МПа . 10 ⁻⁵	2,18	2,13	2,06	1,98	1,89	1,79	1,66
	Коэффициент на линейно разширение - α , 1/°C . 10 ⁶	-	10,8	11,2	11,6	11,9	12,1	12,3
	Топлопроводност - λ , W/m . °C	24	24	25	25	26	26	26
	Топлоемкост - c, J/kg . °C	450	490	540	580	630	710	830

1) Източник - Mannesmann Werkstoffblätter, Rohre aus warmfesten und druckwasserstoffbestandigen Stählen, hochwarmfesten austenitischen Stählen und Ni - Fe - Cr - Legierungen

2) Таблица 3.4.4
ЯКОСТНИ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ВИСОКИ ТЕМПЕРАТУРИ в МПа

СТОМАНА	ХАРАКТЕРИСТИКА		ТЕМПЕРАТУРА, °C											
			200	250	300	350	380	390	400	410	420	430	440	450
St 35.8	R _{mt} ¹⁾		305	305	305	305	275	275	275	270	265	260	250	235
	R _{0,2t}	s ≤ 16	185	165	140	120	114	112	110	109	108	107	106	105
		16 < s ≤ 40	180	160	135	120	114	112	110	109	108	107	106	105
		40 < s ≤ 60	175	155	130	115	112	111	110	109	108	107	106	105
St 45.8	R _{mt} ¹⁾		405	405	405	405	375	375	375	370	365	360	350	335
	R _{0,2t}	s ≤ 16	205	185	160	140	134	132	130	129	128	127	126	125
		16 < s ≤ 40	195	175	155	135	132	131	130	129	128	127	126	125
		40 < s ≤ 60	190	170	150	135	132	131	130	129	128	127	126	125
17Mn4	R _{mt} ¹⁾		375	375	375	365	355	355	355	350	345	340	330	315
	R _{0,2t}	s ≤ 40	235	215	175	155	149	147	145	143	141	139	137	135
		40 < s ≤ 60	225	205	165	150	144	142	140	138	136	134	132	130
19Mn5	R _{mt} ¹⁾		400	400	400	390	385	385	385	380	375	370	360	345
	R _{0,2t}	s ≤ 40	255	235	205	180	168	164	160	158	156	154	152	150
		40 < s ≤ 60	245	225	195	170	161	158	155	153	151	149	147	145

Таблица 3.4.4 - Продължение

СТОМАНА	ХАРАКТЕРИСТИКА		ТЕМПЕРАТУРА, °C											
			200	250	300	350	400	450	460	470	480	490	500	550
15Mo3	R _{mt} ¹⁾		390	390	390	390	370	345	340	335	325	315	305	-
	R _{0,2t}	s ≤ 10	240	220	195	185	175	170	169	168	167	166	165	-
		10 < s ≤ 40	225	205	180	170	160	155	154	153	152	151	150	-
		40 < s ≤ 60	210	195	170	160	150	145	144	143	142	141	140	-
13CrMo44	R _{mt} ¹⁾		390	390	390	390	385	365	360	355	350	345	335	-
	R _{0,2t}	s ≤ 10	255	245	230	215	205	195	194	193	192	191	190	-
		16 < s ≤ 40	240	230	215	200	190	180	179	178	177	176	175	-
		40 < s ≤ 60	230	220	205	190	180	170	169	168	167	166	165	-
		60 < s ≤ 80	220	210	195	180	170	160	159	158	157	156	155	-
10CrMo910	R _{mt} ¹⁾		390	390	390	390	385	365	360	355	350	345	335	-
	R _{0,2t}	s ≤ 40	245	240	230	215	205	195	193	191	189	187	185	-
		40 < s ≤ 60	235	230	220	205	195	185	183	181	179	177	175	-
		60 < s ≤ 80	225	220	210	195	185	175	173	171	169	167	165	-
14MoV63	R _{mt} ¹⁾		410	410	410	410	400	380	-	-	360	350	340	-
	R _{0,2t}	s ≤ 40	270	255	230	215	200	185	-	-	176	173	170	-
		40 < s ≤ 60	260	245	220	205	190	175	-	-	166	163	160	-
X20CrMoV121	R _{mt} ¹⁾		600	590	580	545	510	455	-	435	425	415	400	325
	R _{0,2t}	s ≤ 80	430	415	390	380	360	330	-	314	306	298	290	250

1) Източник - Mannesmann Werkstoffblätter, Rohre aus warmfesten und druckwasserstoffbestandigen Stählen, hochwarmfesten austenitischen Stählen und Ni - Fe - Cr - Legierungen

Таблица 3.4.5
ГРАНИЦА НА ПРОДЪЛЖИТЕЛНА ЯКОСТ И 1 % ГРАНИЦА НА ПЪЛЗЕНЕ

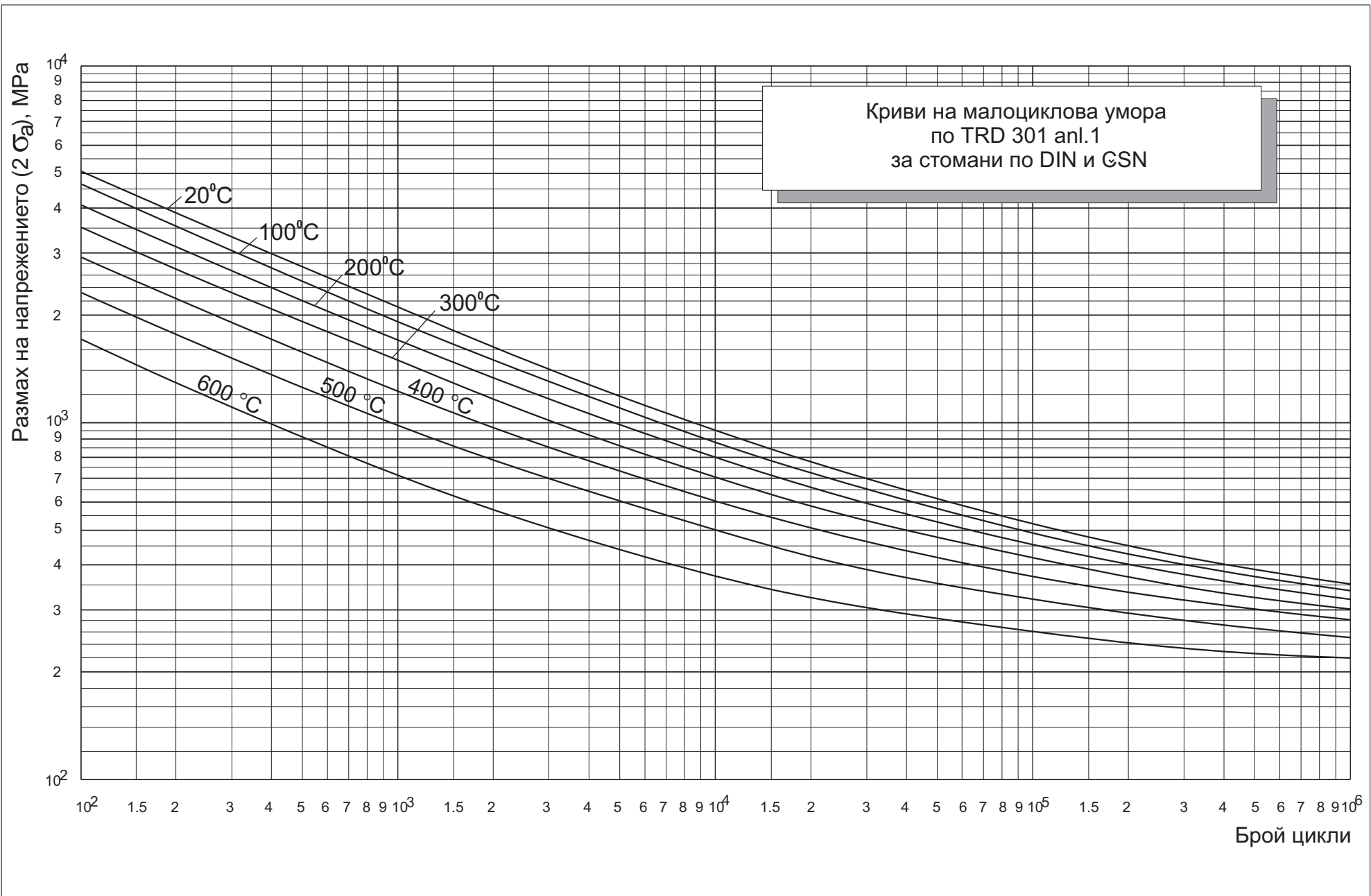
СТОМАНА	ХАРАКТЕРИСТИКА	ТЕМПЕРАТУРА, °C												
		380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500
St 35.8	1 % граница на пълзене в МРа за: 10 000h	164	150	136	124	113	101	91	80	72	62	53	-	-
	пълзене в МРа за: 100 000h	118	106	95	84	73	65	57	49	42	35	30	-	-
	Граница на продължителна якост в МРа за: 10 000h	229	211	191	174	158	142	127	113	100	86	75	-	-
St 45.8	10 000h	165	148	132	118	103	91	79	69	59	50	42	-	-
	100 000h	145	129	115	101	89	78	67	57	48	40	33	-	-
	200 000h	164	150	136	124	113	101	91	80	72	62	53	.	-
17Mn4	10 000h	118	106	95	84	73	65	57	49	42	35	30	.	-
	100 000h	229	211	191	174	158	142	127	113	100	86	75	-	-
	200 000h	165	148	132	118	103□	91	79	69	59	50	42	-	-
19Mn5	10 000h	145	129	115	101	89	78	67	57	48	40	33	-	-
	10 000h	195	182	167□	150□	135□	120□	107□	93□	83□	71□	63□	55□	49□
	100 000h	153	137	118	105	92	80	69	59	51	44	38	33	29
19Mn5	10 000h	291	266	243	221	200	180	161	143	126	110	96	84	74
	100 000h	227	203	179	157	136	117	100	85	73	63	55	47	41
	200 000h	206	181	157	135	115	97	82	70	60	52	44	37	30
19Mn5	10 000h	195	182	167	150	135	120	107	93	83	71	63	55	49
	100 000h	153	137	118	105	92	80	69	59	51	44	38	33	29
	200 000h	291	266	243	221	200	180	161	143	126	110	96	84	74
19Mn5	10 000h	227	203	179	157	136	117	100	85	73	63	55	47	41
	100 000h	206	181	157	135	115	97	82	70	60	52	44	37	30
	200 000h	206	181	157	135	115	97	82	70	60	52	44	37	30

Таблица 3.4.5 - Продължение

СТОМАНА	ХАРАКТЕРИСТИКА	Температура, °C																		
		450	460	470	480	490	500	510	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610	630	650
15Mo3	1 % граница на 10 000 h	216	199	182	166	149	132	115	99	84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	пълзене в МРа за: 100 000 h	167	146	126	107	89	73	59	46	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Граница на 10 000 h	298	273	247	222	196	171	147	125	102	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	продължителна 100 000 h	245	209	174	143	117	93	74	59	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
якост в МРа за: 200 000 h	228	189	153	121	96	75	57	45	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13CrMo44	1 % граница на 10 000 h	245	228	210	193	173	157	139	122	106	90	76	64	53	-	-	-	-	-	-
	пълзене в МРа за: 100 000 h	191	172	152	133	116	98	83	70	57	46	36	30	24	-	-	-	-	-	-
	Граница на 10 000 h	370	348	328	304	273	239	209	179	154	129	109	91	76	-	-	-	-	-	-
	продължителна 100 000 h	285	251	220	190	163	137	116	94	78	61	49	40	33	-	-	-	-	-	-
якост в МРа за: 200 000 h	260	226	195	167	139	115	96	76	62	50	39	32	26	-	-	-	-	-	-	
10CrMo910	1 % граница на 10 000 h	240	219	200	180	163	147	132	119	107	94	83	73	65	57	50	44	-	-	-
	пълзене в МРа за: 100 000 h	166	155	145	130	116	103	90	78	68	58	49	41	35	30	26	22	-	-	-
	Граница на 10 000 h	306	286	264	241	219	196	176	156	138	122	108	96	85	75	68	61	-	-	-
	продължителна 100 000 h	221	205	188	170	152	135	118	103	90	78	68	58	51	44	38	34	-	-	-
якост в МРа за: 200 000 h	201	186	169	152	136	120	105	91	79	68	58	50	43	37	32	28	-	-	-	
14MoV63	1 % граница на 10 000 h	-	-	-	243	219	195	178	161	146	133	120	109	-	-	-	-	-	-	-
	пълзене в МРа за: 100 000 h	-	-	-	177	155	138	122	107	94	81	69	59	-	-	-	-	-	-	-
	Граница на 10 000 h	-	-	-	299	268	241	219	198	179	164	148	134	-	-	-	-	-	-	-
	продължителна 100 000 h	-	-	-	218	191	170	150	131	116	100	85	72	-	-	-	-	-	-	-
якост в МРа за: 200 000 h	-	-	-	182	163	145	127	109	91	76	61	48	-	-	-	-	-	-	-	
X20CrMoV121	1 % граница на 10 000 h	-	-	324	299	269	247	227	207	187	170	151	135	118	103	90	75	64	44	29
	пълзене в МРа за: 100 000 h	-	-	260	236	213	190	169	147	130	114	98	85	72	61	52	43	36	25	17
	Граница на 10 000 h	-	-	368	345	319	294	274	253	232	213	192	173	154	136	119	101	87	60	40
	продължителна 100 000 h	-	-	309	284	260	235	211	186	167	147	128	112	96	82	70	59	50	34	23
якост в МРа за: 200 000 h	-	-	285	262	237	215	191	167	147	128	111	96	81	68	58	48	40	27	18	

Таблица 3.4.3
МЕХАНИЧНИ СВОЙСТВА ПРИ 20° С

СТОМАНА	Rm	Re			A ₅		КСУ		НВ
		s ≤ 16	16 < s ≤ 40	40 < s ≤ 60	на дл	на пр	на дл	на пр	
	МПа	МПа			%		J/cm ²		
St 35.8	360 ÷ 480	235	225	215	25	23	48	34	-
St 45.8	410 ÷ 530	255	245	235	21	19	41	27	-
17Mn4	460 ÷ 580	270	270	260	23	21	48	34	-
19Mn5	510 ÷ 610	310	310	300	19	17	48	34	-
15Mo3	450 ÷ 600	270	270	260	22	20	48	34	-
13CrMo44	440 ÷ 590	290	290	280	22	20	48	34	-
10CrMo910	450 ÷ 600	280	280	270	20	18	48	34	-
14MoV63	400 ÷ 600	320	320	310	20	18	55	41	-
X20CrMoV121	690 ÷ 840	490	490	490	17	14	48	34	-



4. Стомани за котелни барабани

4.1. По ГОСТ¹⁾

Таблица 4.1.1
ХИМИЧЕСКИ СЪСТАВ

СТОМАНА	Химически състав в те гловни %								
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Mo	Ni
15К	0,12 ÷ 0,20	0,15 ÷ 0,30	0,35 ÷ 0,65	≤ 0,040	≤ 0,040	≤ 0,30	≤ 0,30		≤ 0,30
20К	0,16 ÷ 0,24	0,15 ÷ 0,30	0,35 ÷ 0,65	≤ 0,040	≤ 0,040	≤ 0,30	≤ 0,30		≤ 0,30
22К	0,19 ÷ 0,26	0,17 ÷ 0,40	0,70 ÷ 1,00	≤ 0,040	≤ 0,040	≤ 0,30	≤ 0,30		≤ 0,30
16ГНМ	0,12 ÷ 0,18	0,17 ÷ 0,37	0,80 ÷ 1,10	≤ 0,040	≤ 0,035	0,15 ÷ 0,25	≤ 0,30	0,40 ÷ 0,55	1,00 ÷ 1,30

1) Източник - Антика й н П. А., Кра ткий с пра во чник по ме та лла м для о бо ру до ва ния и тру бо про во до в ТЭС, Мос ква ,
Эне р го а то мизда т, 1991

Таблица 4.1.2
ФИЗИЧНИ СВОЙСТВА

СТОМАНА	СВОЙСТВО	ТЕМПЕРАТУРА, °С					
		20	100	200	300	350	400
15К	Модул на еластичност - E , МПа . 10^{-5}	1,96	1,91	1,86	1,76	-	1,67
	Коэффициент на линейно разширение - α , $1/^\circ\text{C} \cdot 10^6$	-	11,9	12,5	13,1	13,4	13,6
	Топлопроводност - λ , W/m . $^\circ\text{C}$	-	57,0	52,8	-	-	44,8
	Топлоемкост - c , J/kg . $^\circ\text{C}$	-	470	480	-	-	520
20К	Модул на еластичност - E , МПа . 10^{-5}	1,96	1,91	1,86	1,76	-	1,67
	Коэффициент на линейно разширение - α , $1/^\circ\text{C} \cdot 10^6$	-	11,9	12,5	13,1	13,4	13,6
	Топлопроводност - λ , W/m . $^\circ\text{C}$	-	50,7	48,6	46,1	-	42,3
	Топлоемкост - c , J/kg . $^\circ\text{C}$	-	470	480	-	-	520
22К	Модул на еластичност - E , МПа . 10^{-5}	2,06	2,01	1,96	1,91	1,86	1,81
	Коэффициент на линейно разширение - α , $1/^\circ\text{C} \cdot 10^6$	-	11,9	12,5	13,1	13,4	13,6
	Топлопроводност - λ , W/m . $^\circ\text{C}$	-	49,4	47,3	45,7	-	43,6
	Топлоемкост - c , J/kg . $^\circ\text{C}$	580	-	-	-	-	-
16ГНМ 16ГНМА	Модул на еластичност - E , МПа . 10^{-5}	2,06	2,01	1,96	1,91	1,86	1,81
	Коэффициент на линейно разширение - α , $1/^\circ\text{C} \cdot 10^6$	-	11,9	12,5	13,1	13,4	13,6
	Топлопроводност - λ , W/m . $^\circ\text{C}$	50,0	46,0	40,5	36,0	33,0	-
	Топлоемкост - c , J/kg . $^\circ\text{C}$	510	-	-	-	-	-

Таблица 4.1.3
МЕХАНИЧНИ СВОЙСТВА ПРИ 20° С

СТОМАНА	ДЕБЕЛИНА НА ЛИСТА, mm	Rm	Re	A ₅	Z	KCU	HB
		MPa	MPa	%	%	J/cm ²	
20К	21 ≤ s ≤ 40	402	235	24	45	54	≤ 180
	41 ≤ s ≤ 60	402	225	23	45	49	≤ 180
22К		431	265	22	45	59	≤ 210
16ГНМ		500	340	20	50	78	≤ 217
16ГНМА		500	323	20	50	78	≤ 217

Таблица 4.1.4
ЯКОСТНИ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ВИСОКИ ТЕМПЕРАТУРИ в МПа

СТОМАНА	ХАРАКТЕРИСТИКА	ТЕМПЕРАТУРА, °С					
		100	200	250	300	350	400
20К	R _{mt}	401	401	392	372	362	353
	R _{0.2t}	216	206	196	176	157	137
22К	R _{mt}	431	431	421	412	392	-
	R _{0.2t}	220	216	206	191	176	-
16ГНМ	R _{mt}	490	490	480	470	460	-
16ГНМА	R _{0.2t}	265	260	255	245	235	-

Таблица 4.1.5
НОМИНАЛНИ ДОПУСТИМИ НАПРЕЖЕНИЯ в МПа

СТОМАНА	ТЕМПЕРАТУРА, °С										
	до 50	100	200	250	275	300	320	340	350	360	380
20К	147	147	140	132	126	119	114	109	106	103	97
22К	170	-	147	140	135	130	126	122	120	-	-
16ГНМ											
16ГНМА	190	-	176	172	170	167	165	162	160	-	-

4.2. По CSN

Таблица 4.2.1
ХИМИЧЕСКИ СЪСТАВ

СТО- МАНА	Химически състав в те гловни %										
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Mo	V	Ni	Cr+Ni+Cu
13123	0,17 ÷ 0,23	0,15 ÷ 0,40	1,00 ÷ 1,40	≤ 0,040	≤ 0,040		≤ 0,30		0,10 ÷ 0,25	≤ 0,30	≤ 0,70
15223	0,17 ÷ 0,23	0,15 ÷ 0,40	1,20 ÷ 1,60	≤ 0,040	≤ 0,040	≤ 0,30	≤ 0,20	0,30 ÷ 0,50		≤ 0,25	

Таблица 4.2.2
МЕХАНИЧНИ СВОЙСТВА ПРИ 20°С

СТОМАНА	Rm	Re		A ₅		KCU		НВ
		16<s≤ 40	40<s≤ 60	на дл	на пр	на дл	на пр	
	MPa	MPa		%		J/cm ²		
13123	340	340	340	-	18	-	50	152 ÷ 202
15223	550 ÷ 750	373	373	-	16	59	59	155 ÷ 211

Таблица 4.2.3
ЯКОСТНИ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ВИСОКИ ТЕМПЕРАТУРИ в MPa

СТОМАНА	ХАРАКТЕРИСТИКА	Температура, °С						
		100	200	250	300	350	400	
13123	R _{0,2t}	s ≤ 120	314	294	284	274	255	216
15223	R _{0,2t}	s ≤ 120	-	343	334	324	314	294

4.3. По ВН-66/0642-12

Таблица 4.3.1
ХИМИЧЕСКИ СЪСТАВ

СТОМАНА	Химически състав в те гловни %										
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Mo	Ni	Ti	Mn + Ni
18CuNMT	≤ 0,20	0,3 ÷ 0,5	0,7 ÷ 1,0	≤ 0,040	≤ 0,040	0,9 ÷ 1,2	≤ 0,30	0,25 ÷ 0,32	1,0 ÷ 1,2	0,03 ÷ 0,05	1,80 ÷ 2,10

Таблица 4.3.2
ФИЗИЧНИ СВОЙСТВА

СТОМАНА	СВОЙСТВО	ТЕМПЕРАТУРА, °C					
		20	100	200	300	400	500
18CuNMT	Модул на еластичност - E, МПа . 10 ⁻⁵	2,06	-	-	1,81	1,72	-
	Коэффициент на линейно разширение - α , 1/°C.10 ⁶	-	11,1	12,1	12,9	13,5	13,9
	Топлопроводност - λ , W/m . °C	54,5	50,3	46,1	41,9	37,7	33,5
	Топлоемкост - c , J/kg . °C	470	-	-	-	-	-

Таблица 4.3.3
МЕХАНИЧНИ СВОЙСТВА ПРИ 20°C

СТОМАНА	Rm	Re	A ₅	KCU	НВ
	МПа	МПа	%	J/cm ²	
18CuNMT	540 ÷ 667	392	12000/Rm	-	-

Таблица 4.3.4
ЯКОСТНИ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ВИСОКИ ТЕМПЕРАТУРИ в МПа

СТОМАНА	ХАРАКТЕРИСТИКА	ТЕМПЕРАТУРА, °C					
		100	200	250	300	350	400
18CuNMT	R _{0,2t}	-	-	-	-	304	-

5. Стомани за парни турбини

5.1. По ГОСТ

Таблица 5.1.1

ХИМИЧЕСКИ СЪСТАВ¹⁾

СТОМАНА	Химически състав в те гловни %										
	C	Si	Mn	P	S	S + P	Cu	Cr	Mo	V	Ni
25X1M1Ф	0,22 ÷ 0,30	0,30 ÷ 0,50	≤ 0,60	≤ 0,030	≤ 0,025	≤ 0,050	≤ 0,15	1,50 ÷ 1,70	0,60 ÷ 0,80	0,20 ÷ 0,30	≤ 0,30
15X11MФ	0,11 ÷ 0,18	≤ 0,50	≤ 0,60	≤ 0,030	≤ 0,025			10,0 ÷ 11,5	0,50 ÷ 0,70	0,25 ÷ 0,40	≤ 0,60
20XM	0,15 ÷ 0,25	0,17 ÷ 0,37	0,40 ÷ 0,70	≤ 0,040	≤ 0,040		≤ 0,30	0,80 ÷ 1,10	0,15 ÷ 0,25		≤ 0,40
34XM	0,30 ÷ 0,40	0,17 ÷ 0,37	0,40 ÷ 0,70	≤ 0,030	≤ 0,035	≤ 0,060		0,90 ÷ 1,30	0,20 ÷ 0,30		≤ 0,50
34XНЗМ	0,30 ÷ 0,40	0,17 ÷ 0,37	0,50 ÷ 0,80	≤ 0,030	≤ 0,035		≤ 0,25	0,80 ÷ 1,10	0,20 ÷ 0,30		2,5 ÷ 3,0
15X1M1ФЛ	0,14 ÷ 0,20	0,20 ÷ 0,40	0,60 ÷ 0,90	≤ 0,025	≤ 0,025		≤ 0,30	1,20 ÷ 1,70	0,90 ÷ 1,20	0,25 ÷ 0,40	≤ 0,30
25Л	0,22 ÷ 0,30	0,17 ÷ 0,37	0,50 ÷ 0,80	≤ 0,040	≤ 0,045						
20XMЛ	≤ 0,22	0,20 ÷ 0,45	0,50 ÷ 0,80	≤ 0,040	≤ 0,040	≤ 0,075		0,50 ÷ 0,80	0,40 ÷ 0,60		≤ 0,30
20XMФЛ	0,18 ÷ 0,25	0,20 ÷ 0,35	0,40 ÷ 0,60	≤ 0,030	≤ 0,030			0,90 ÷ 1,20	0,50 ÷ 0,70	0,20 ÷ 0,30	≤ 0,30

1) Източник - Либерман Л. Я., Справочник по свойствам сталей, применяемых в котлоустановках, Москва, МашГИЗ, 1958

Таблица 5.1.2
ФИЗИЧНИ СВОЙСТВА¹⁾

СТОМАНА	Сво й с тво	Тем пер а ту ра , °С						
		20	100	200	300	400	500	600
25Х1М1Ф	Коефициент на линейно разширение - α , 1/°С .10 ⁶	-	10,9	12,0	12,7	13,6	13,7	13,8
	Топлопроводност - λ , W/m . °С	40,6	39,5	38,8	37,7	35,9	33,7	30,8
	Топлоемкост - с , J/kg . °С	-	482	498	519	538	557	-
20Х3МВФ	Коефициент на линейно разширение - α , 1/°С .10 ⁶	-	10,6	11,5	11,8	12,1	12,6	13,0
	Топлопроводност - λ , W/m . °С	-	35,6	33,0	31,4	30,6	29,7	29,3
	Топлоемкост - с , J/kg . °С	-	502	561	611	628	716	754
15Х11МФ	Коефициент на линейно разширение - α , 1/°С .10 ⁶	-	10,3	10,6	10,8	11,3	11,7	12,0
	Топлопроводност - λ , W/m . °С	-	24,7	26,1	27,0	27,6	28,0	-
	Топлоемкост - с , J/kg . °С	-	498	523	565	624	708	796
34ХМ	Коефициент на линейно разширение - α , 1/°С .10 ⁶	-	12,3	12,6	12,9	13,9	14,4	14,6
	Топлопроводност - λ , W/m . °С	-	40,6	39,8	38,5	37,2	-	-

Таблица 5.1.2 - Продолжение

СТОМАНА	Свойство	Температура, °С						
		20	100	200	300	400	500	600
34ХНЗМ	Коэффициент на линейно расширение - α , $1/^\circ\text{C} \cdot 10^6$	-	10,8	11,6	13,3	13,7	-	-
	Теплопроводность - λ , $\text{W/m} \cdot ^\circ\text{C}$	-	40,9	37,7	33,8	30,6	-	-
15Х1М1ФЛ	Коэффициент на линейно расширение - α , $1/^\circ\text{C} \cdot 10^6$	-	12,4	12,8	13,3	13,7	14,0	14,1
	Теплопроводность - λ , $\text{W/m} \cdot ^\circ\text{C}$	-	41,4	40,6	38,6	36,8	35,6	34,0
	Теплоемкость - c , $\text{J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$	-	469	-	540	-	-	804
25Л	Коэффициент на линейно расширение - α , $1/^\circ\text{C} \cdot 10^6$	-	11,5	12,9	13,0	13,2	13,5	13,8
	Теплопроводность - λ , $\text{W/m} \cdot ^\circ\text{C}$	-	50,7	48,5	46,1	42,2	39,0	35,6
	Теплоемкость - c , $\text{J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$	-	469	482	-	536	-	569
20ХМФЛ	Коэффициент на линейно расширение - α , $1/^\circ\text{C} \cdot 10^6$	-	10,0	11,9	12,9	13,1	13,5	13,8
	Теплопроводность - λ , $\text{W/m} \cdot ^\circ\text{C}$	-	45,4	43,3	41,1	38,8	36,4	34,4
	Теплоемкость - c , $\text{J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$	-	498	574	590	615	666	741

1) Источник - Сафонов П. Л. и др., Тепловое состояние высокомагнезиевых паровых турбин, Ленинград, Машиностроение, 1983

Таблица 5.1.3

МЕХАНИЧНИ СВОЙСТВА ПРИ 20°С¹⁾

СТОМАНА	Rm	Re	A ₅		Z		КСУ		НВ
			на дл	на пр	на дл	на пр	на дл	на пр	
	МПа	МПа	%		%		J/cm ²		
20Х1М1Ф	638	441	16	13	40	35	50	40	-
15Х11МФ	687	491	16	-	55	-	60	-	217 ÷ 241
20ХМ	540	353	-	16	-	40	-	60	-
34ХМ	650	491	15	15	40	35	60	50	-
34ХНЗМ	820	700	14	13	40	35	60	50	-
25Л	441	235	19		30		40		-
20ХМЛ	461	245	18		30		30		135 ÷ 180
20ХМФЛ	491	314	20		35		35		140 ÷ 201

1) Источник - Либерман Л. Я., Справочник по свойствам сталей, применяемых в котлоустановках, Москва, МашГИЗ, 1958

Таблица 5.1.4
ЯКОСТНИ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ВИСОКИ ТЕМПЕРАТУРИ в МПа¹⁾

СТОМАНА	ХАРАКТЕ- РИСТИКА	ТЕМПЕРАТУРА, °С							
		400	450	475	500	525	540	550	560
25X1M1Ф (P2M)	R _{mt}	-	612	-	537	500	-	475	-
	R _{0.2t}	-	420	-	420	410	-	410	-
25X1M1Ф (P2)	R _{mt}	-	563	525	488	475	-	475	-
	R _{0.2t}	-	400	400	400	400	-	400	-
20X3МВФ	R _{mt}	-	525	500	475	-	-	425	400
	R _{0.2t}	-	480	470	460	-	-	410	400
15X11МФ	R _{mt}	-	538	-	525	513	-	500	488
	R _{0.2t}	-	430	-	420	420	-	420	420
20XM	R _{mt}	-	488	-	450	-	-	-	-
	R _{0.2t}	-	360	-	360	-	-	-	-
34 XM	R _{mt}	-	538	-	438	-	-	-	-
	R _{0.2t}	-	330	-	330	-	-	-	-
34XH1M	R _{mt}	-	575	-	513	-	-	-	-
	R _{0.2t}	-	460	-	440	-	-	-	-

1) Източник - РТМ 108.021.103-76 Ра с чет на малоцикловою усталостъ
деталей

паровых стационарных турбин

Таблица 5.1.4 - Продължение
ЯКОСТНИ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ВИСОКИ ТЕМПЕРАТУРИ в МПа¹⁾

СТОМАНА	ХАРАКТЕ- РИСТИКА	ТЕМПЕРАТУРА, °С							
		400	450	475	500	525	540	550	560
34ХН3М	R _{mt}	-	675	-	613	-	-	-	-
	R _{0.2t}	-	490	-	470	-	-	-	-
10Х	R _{mt}	500	413	-	313	-	-	-	-
	R _{0.2t}	320	320	-	320	-	-	-	-
15Х11МФБЛ	R _{mt}	-	513	-	438	413	-	388	371
	R _{0.2t}	-	410	-	350	330	-	310	306
15Х1М1ФЛ	R _{mt}	-	388	375	350	325	-	300	292
	R _{0.2t}	-	240	230	220	210	-	210	200
25Л	R _{mt}	350	225	-	-	-	-	-	-
	R _{0.2t}	160	140	-	-	-	-	-	-
20ХМЛ	R _{mt}	-	413	406	375	-	-	338	-
	R _{0.2t}	-	240	240	240	-	-	210	-
20ХМФЛ	R _{mt}	-	463	427	413	413	-	350	-
	R _{0.2t}	-	260	200	200	200	-	200	-

1) Източник - РТМ 108.021.103-76 Расчет на малоцикловоюусталость
деталей

паровых стационарных турбин

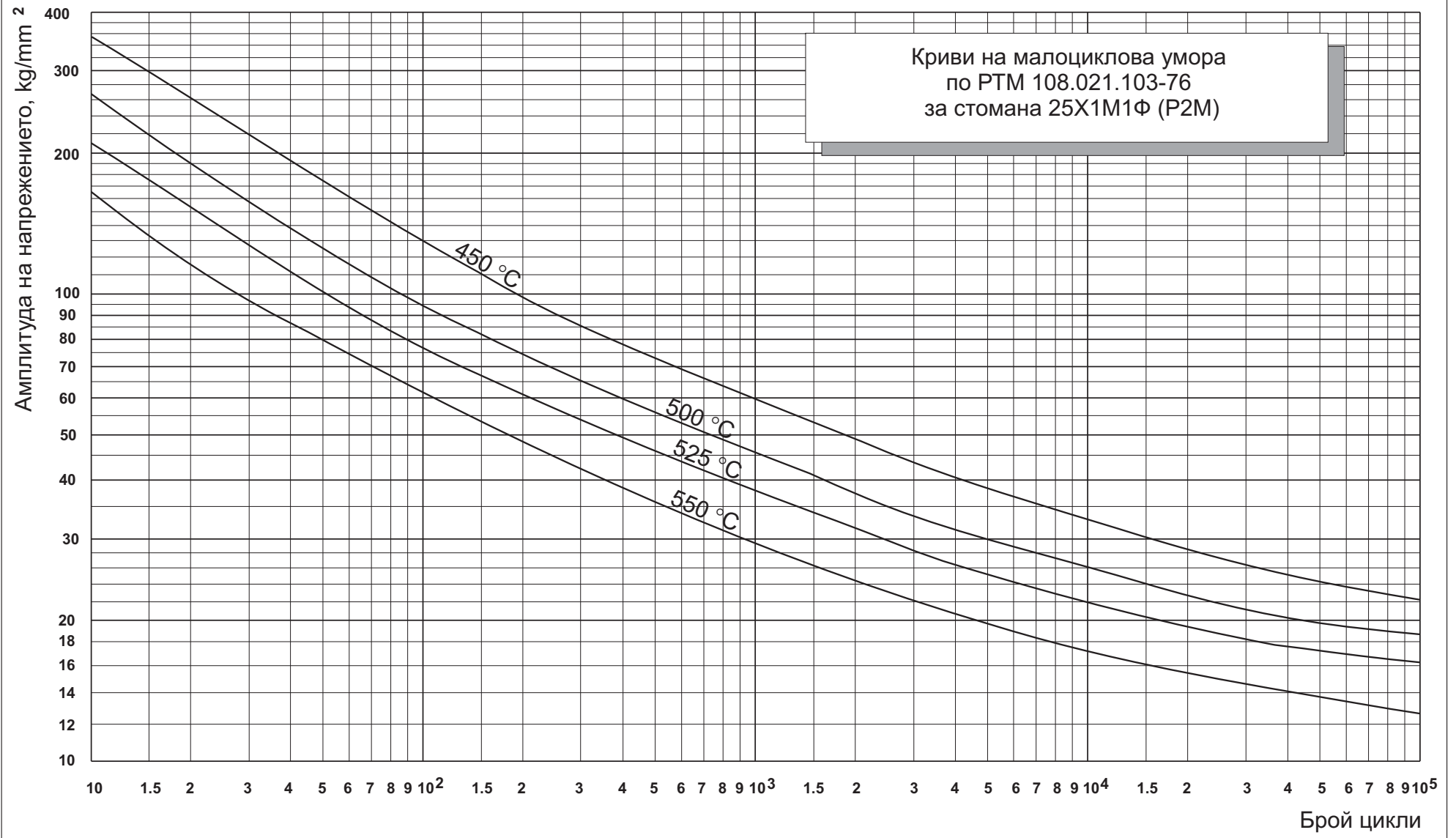
Таблица 5.1.5

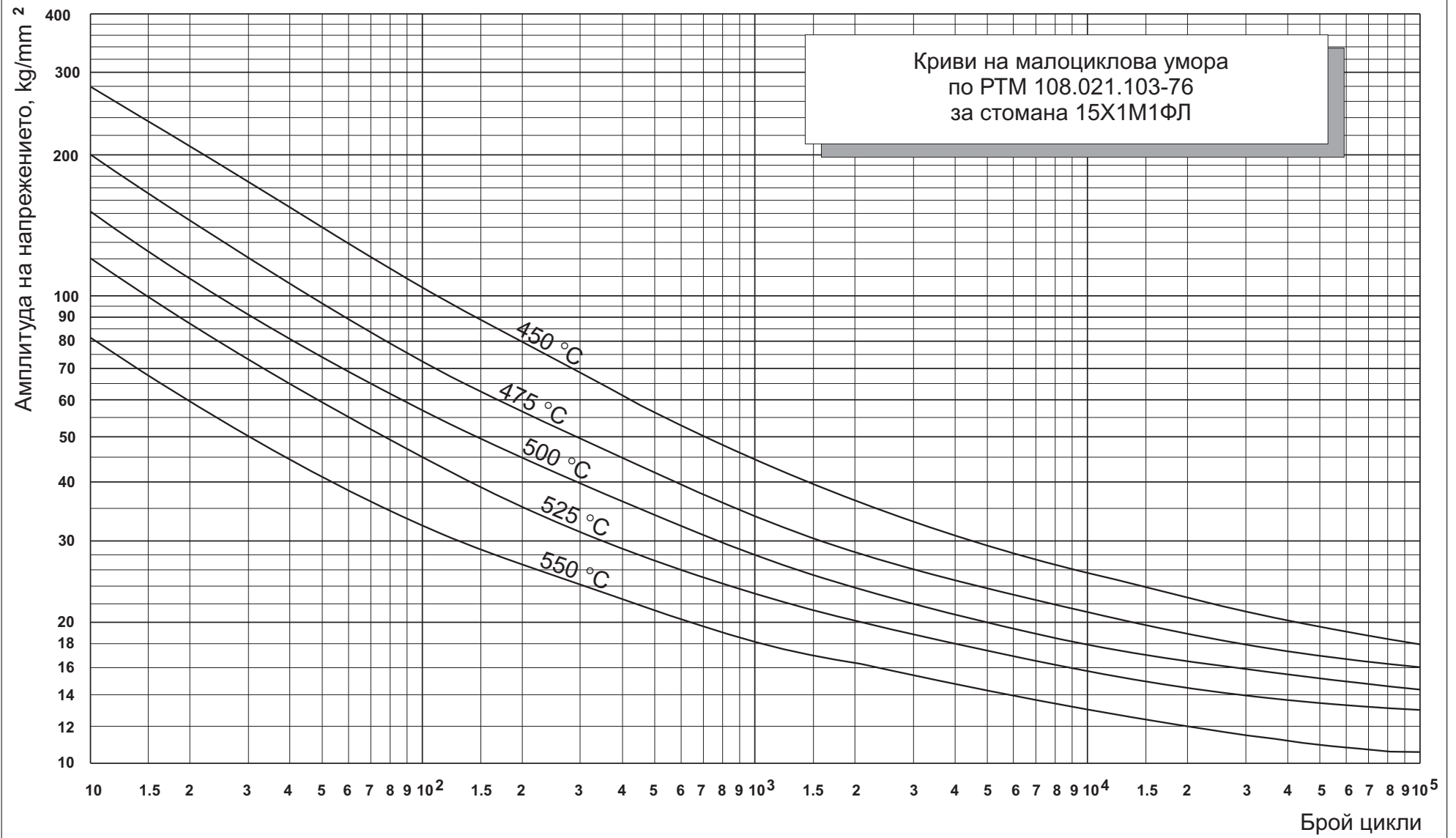
ГРАНИЦА НА ПРОДЪЛЖИТЕЛНА ЯКОСТ в МРа за 100 000 часа¹⁾

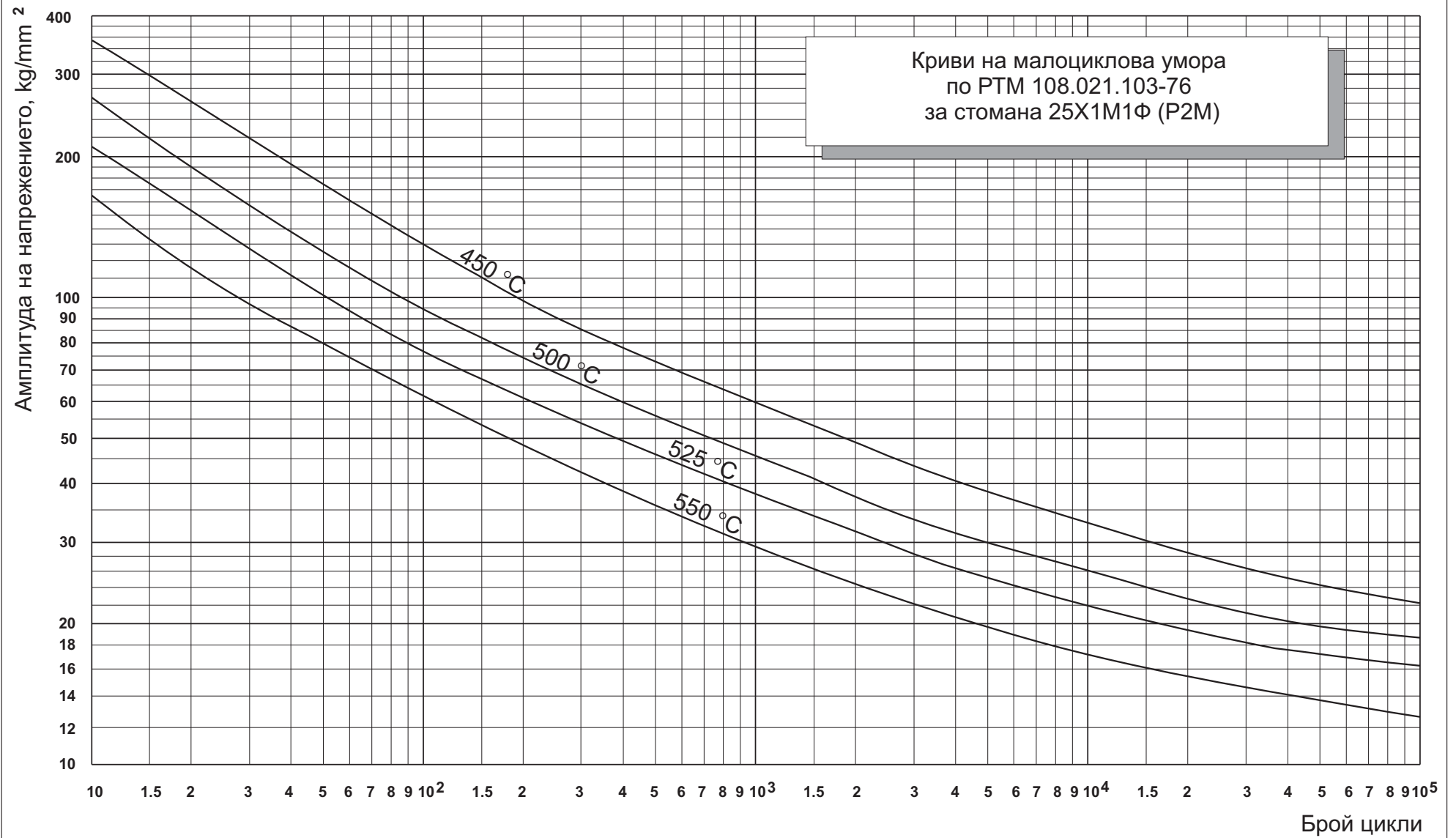
СТОМАНА	Температура, °С							
	400	450	475	500	525	540	550	560
25Х1М1Ф	-	390	-	220	180	-	150	-
20Х3МВФ	-	-	260	210	-	-	180	170
15Х11МФ	-	-	-	160	145	-	130	120
20ХМ	-	290	-	160	-	-	-	-
34ХМ	-	230	-	150	-	-	-	-
34ХН3М	-	230	-	60	-	-	-	-
15Х11МФБЛ	-	-	-	160	145	-	130	120
15Х1М1ФЛ	-	-	-	180	150	-	120	107
25Л	150	95	-	-	-	-	-	-
20ХМЛ	-	-	200	143	-	-	55	-
20ХМФЛ	-	-	240	180	140	110	-	-

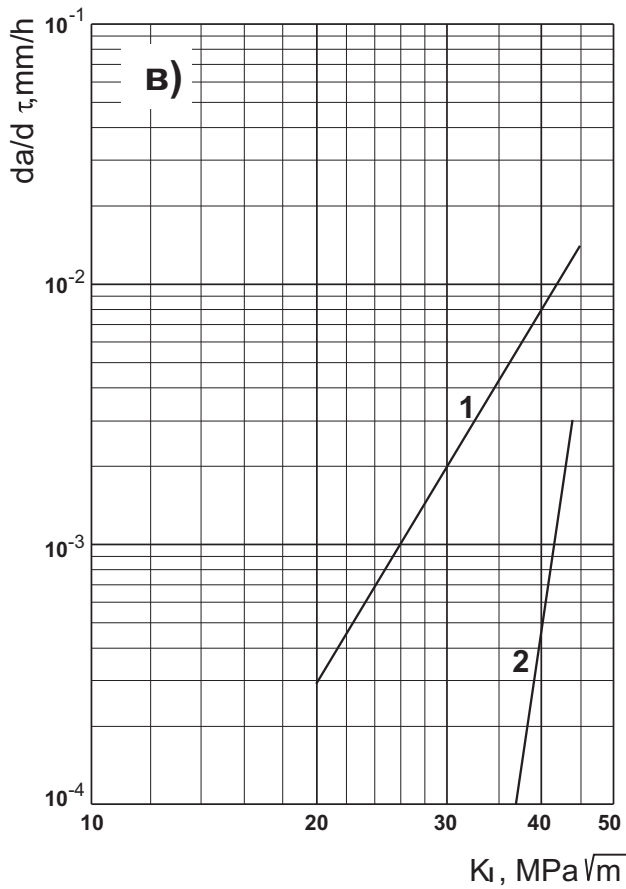
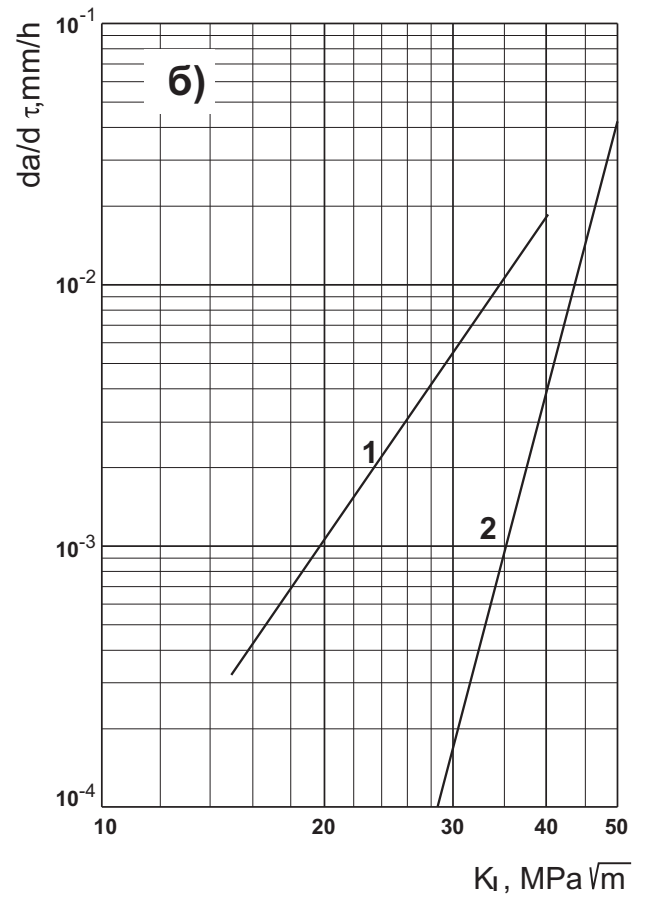
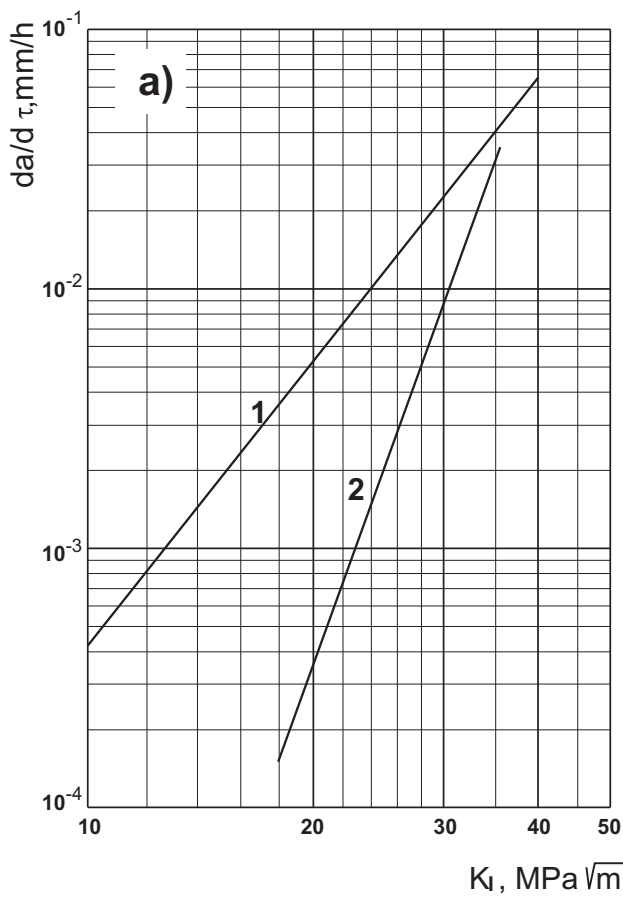
1) Източник - РТМ 108.021.103-76 Расчет на малоцикловую устойчивость деталей

паровых стационарных турбин





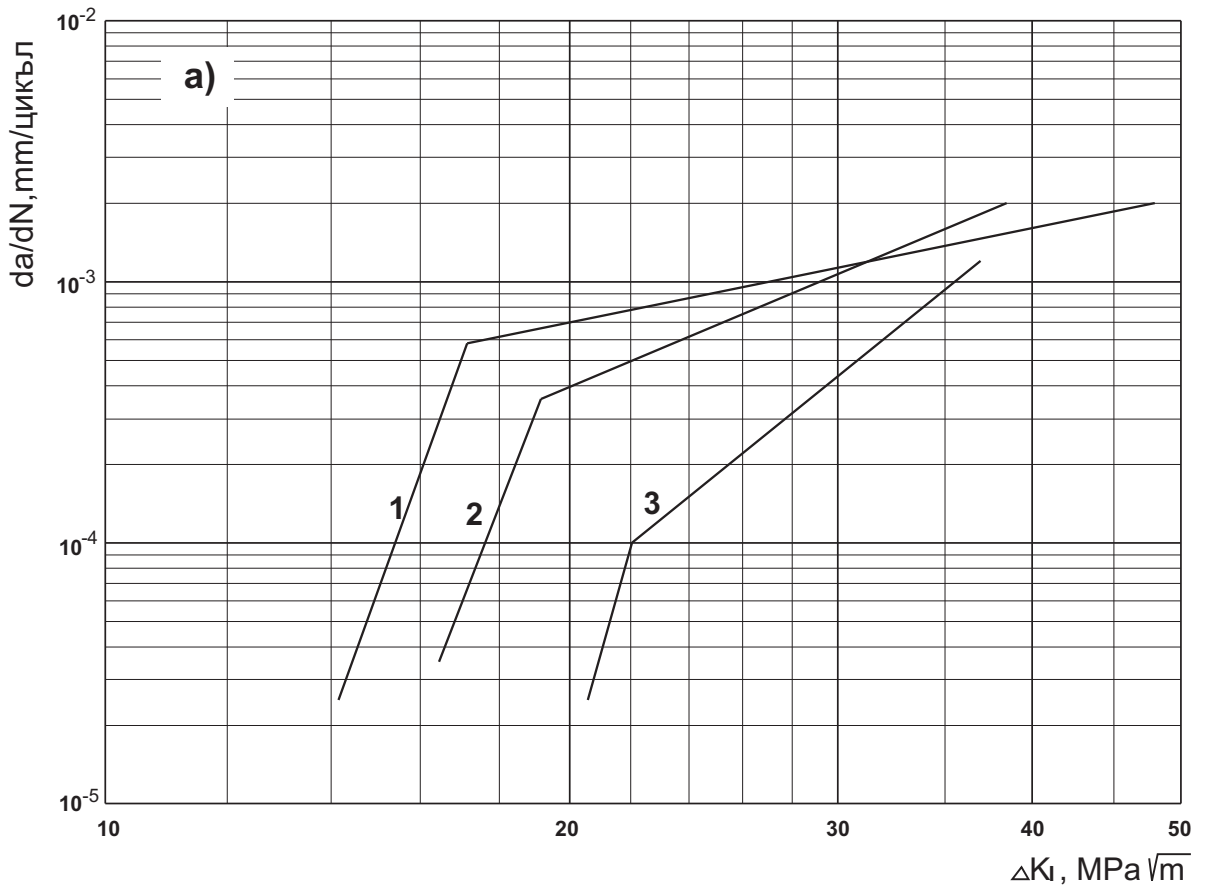




Стомана 15X1M1ФЛ

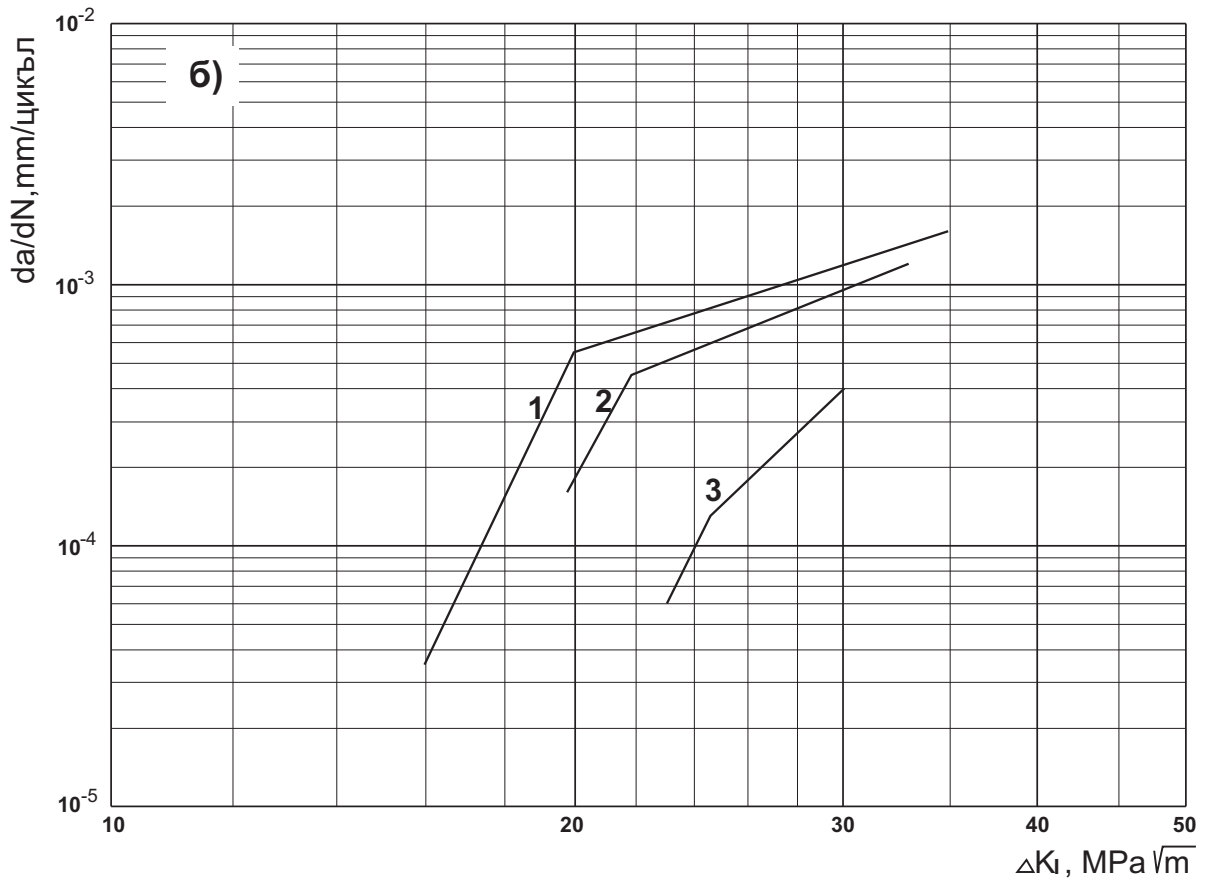
Скорост на нарастване на пукнатина вследствие на пълзене в зависимост от коефициента на интензивност на напреженията

1 - бейнитна структура; 2 - феритна структура
 а) 565°C; б) 530°C; в) 515°C



Стомана 15X1M1ФЛ

Скорост на нарастване на пукнатина вследствие на малоциклова умора в зависимост от размаха на коефициента на интензивност на напреженията;
 1 - долен бейнит; 2 - бейнит; 3 - ферит + феритокарбидна смес с отчитане на пластичната зона
 а) 565°C; б) 520°C



5.2. По CSN

Таблица 5.2.1
ХИМИЧЕСКИ СЪСТАВ

СТОМАНА	Химически състав в теглолни %											
	C	Si	Mn	P	S	P + S	Cu	Cr	Mo	V	Ni	W
422745	0,11 ÷ 0,19	0,20 ÷ 0,50	0,40 ÷ 0,80	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,060	≤ 0,30	0,40 ÷ 0,60	0,90 ÷ 1,10	0,20 ÷ 0,35	≤ 0,40	
422744	0,11 ÷ 0,19	0,20 ÷ 0,50	0,40 ÷ 0,70	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,060	≤ 0,30	0,50 ÷ 0,70	0,40 ÷ 0,60	0,20 ÷ 0,35	≤ 0,40	
17021	0,09 ÷ 0,15	≤ 0,70	≤ 0,90	≤ 0,040	≤ 0,030			12,0 ÷ 14,0				
AK2MV	0,2							12,0	1,0	0,3		0,5
15335	0,20 ÷ 0,27	0,25 ÷ 0,50	0,25 ÷ 0,50	≤ 0,035	≤ 0,035			1,00 ÷ 1,50	0,45 ÷ 0,65	0,65 ÷ 0,85	≤ 0,30	0,40 ÷ 0,70
15320	0,20 ÷ 0,28	0,17 ÷ 0,37	0,50 ÷ 0,80	≤ 0,035	≤ 0,035			1,10 ÷ 1,40	0,55 ÷ 0,75	0,15 ÷ 0,30		

Таблица 5.2.2

ФИЗИЧНИ СВОЙСТВА

СТОМАНА	Сво й с тво	Температура, °С						
		20	100	200	300	400	500	600
422745	Мо ду л на е л а с т и ч н о с т - E , МПа . 10^{-5}	2,133	2,099	2,04	1,987	1,898	1,778	1,638
	Ко е фи ци е н т на л и н е й н о р а з ш и р е н и е - α , $1/^\circ\text{C} \cdot 10^6$	-	13,3	13,5	13,8	14,1	14,4	14,7
	То пло про во д н о с т - λ , W/m . $^\circ\text{C}$	38,94	38,1	36,43	35,17	33,91	32,66	31,4
	То пло емк о с т - c , J/kg . $^\circ\text{C}$	469	481	498	519	540	569	615
422744	Мо ду л на е л а с т и ч н о с т - E , МПа . 10^{-5}	2,128	2,099	2,04	1,971	1,883	1,785	1,677
	Ко е фи ци е н т на л и н е й н о р а з ш и р е н и е - α , $1/^\circ\text{C} \cdot 10^6$	-	12,4	12,8	13,2	13,8	14,1	14,4
	То пло про во д н о с т - λ , W/m . $^\circ\text{C}$	46,05	44,38	42,29	39,8	37,7	-	-
	То пло емк о с т - c , J/kg . $^\circ\text{C}$	-	465	481	498	519	544	578
17021	Мо ду л на е л а с т и ч н о с т - E , МПа . 10^{-5}	2,19	2,15	2,09	2,02	1,94	1,80	1,66
	Ко е фи ци е н т на л и н е й н о р а з ш и р е н и е - α , $1/^\circ\text{C} \cdot 10^6$	-	10,0	10,8	11,3	11,7	12,0	12,4
	То пло про во д н о с т - λ , W/m . $^\circ\text{C}$	29,2	-	-	-	-	-	-
	То пло емк о с т - c , J/kg . $^\circ\text{C}$	460	-	-	-	-	-	-
15335	Мо ду л на е л а с т и ч н о с т - E , МПа . 10^{-5}	2,13	2,10	2,05	1,99	1,91	1,80	1,68
	Ко е фи ци е н т на л и н е й н о р а з ш и р е н и е - α , $1/^\circ\text{C} \cdot 10^6$	-	11,6	12,3	13,2	13,9	14,5	15,0
15320	Мо ду л на е л а с т и ч н о с т - E , МПа . 10^{-5}	2,06	2,01	1,91	1,81	1,72	1,62	1,52
	Ко е фи ци е н т на л и н е й н о р а з ш и р е н и е - α , $1/^\circ\text{C} \cdot 10^6$	-	11,1	12,1	12,9	13,5	13,9	14,1
	То пло про во д н о с т - λ , W/m . $^\circ\text{C}$	33,5	34,3	36,0	37,3	38,5	39,8	41,0

Таблица 5.2.3
МЕХАНИЧНИ СВОЙСТВА ПРИ 20°С

СТОМАНА	РАЗМЕР (ДЕБЕЛИНА)	Rm	Re	A ₅		Z	КСУ		НВ
				на дл	на пр		на дл	на пр	
	mm	МПа	МПа	%		%	J/cm ²		
422745		550 ÷ 700	320	16		20	40		155 ÷ 211
422744		500 ÷ 650	300	16		22	40		141 ÷ 183
17021.6		590 ÷ 740	415	20		60	88		176 ÷ 223
AK2MV		785	587	14		-	50		>245
15335	≤ 250	735 ÷ 885	590	16	14	-	49	39	223 ÷ 270
	250 ÷ 500	690 ÷ 835	540	15	14	-	44	39	223 ÷ 253
	>500	690 ÷ 835	490	-	14	-	39	29	223 ÷ 270
15320	≤ 120	780 ÷ 930	590	15	-	-	59	-	-
	120 ÷ 300	690 ÷ 880	560	15	13	-	59	39	-
	300 ÷ 600	690 ÷ 830	540	15	13	-	49	39	-
	>600	640 ÷ 780	490	13	12	-	39	34	-

ЯКОСТНИ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ВИСОКИ ТЕМПЕРАТУРИ в МПа - Таблица 5.2.4

СТОМАНА	ХАРАКТЕРИСТИКА	Температура, °С												
		100	200	250	300	350	400	425	450	475	500	550	600	
422745	R _{0.2t}	-	-	-	294	284	275	-	260	-	240	-	-	
422744	R _{0.2t}	-	270	-	260	250	230	-	215	-	195	180	155	
17021.6	R _{0.2t}	402	363	-	333	-	304	-	-	-	-	-	-	
15335	R _{0.2t} при размер или дебелина	≤ 250	-	510	500	471	441	412	397	382	363	343	-	-
		>250	-	402	392	372	353	333	324	319	314	304	-	-
15320	R _{0.2t}	-	510	490	440	390	355	-	320	-	-	-	-	

ГРАНИЦА НА ПРОДЪЛЖИТЕЛНА ЯКОСТ И 1 % ГРАНИЦА НА ПЪЛЗЕНЕ - Таблица 5.2.5

СТОМАНА	ХАРАКТЕРИСТИКА	Температура, °С					
		500	525	550	575	600	
422745 422744	1 % граница на пълзене в МПа за:	10 000 h	250	169	114	76	51
	100 000 h	152	101	67	44	29	
422744	Граница на продължителна	10 000 h	264	178	120	80	54
	100 000 h	168	111	74	49	32	
AK2MV	Граница на продължителна	10 000 h	275	-	177	-	79
	100 000 h	216	-	118	-	39	
15335	1 % граница на пълзене в МПа за:	10 000 h	206	167	137	88	-
	100 000 h	167	127	88	49	-	
15335	Граница на продължителна	10 000 h	324	284	226	147	-
	100 000 h	275	206	147	88	-	
15320	1 % граница на пълзене в МПа за:	10 000 h	-	190	124	78	47
	100 000 h	-	98	65	42	24	
15320	Граница на продължителна	10 000 h	318	209	153	110	69
	100 000 h	186	123	80	54	34	

6. Стомани за свързващи детайли

6.1. По ГОСТ

Таблица 6.1.1
ХИМИЧЕСКИ СЪСТАВ¹⁾

СТОМАНА	Химически състав в тегло вни %													
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Mo	V	Ni	W	B	Nb	Ti
25X2M1Ф (ЭИ-723)	0,22 ÷ 0,29	0,17 ÷ 0,37	0,40 ÷ 0,70	≤ 0,030	≤ 0,025	≤ 0,20	2,10 ÷ 2,60	0,90 ÷ 1,10	0,30 ÷ 0,50	≤ 0,25				
20X1M1Ф1ТР (ЭП-182)	0,17 ÷ 0,24	≤ 0,37	≤ 0,50	≤ 0,030	≤ 0,030	≤ 0,30	0,90 ÷ 1,40	0,80 ÷ 1,10	0,70 ÷ 1,00	≤ 0,30		0,005		0,05 ÷ 0,12
20X1MФБР (ЭП-44)	0,18 ÷ 0,25	≤ 0,37	0,50 ÷ 0,80	≤ 0,030	≤ 0,030	≤ 0,30	1,00 ÷ 1,50	0,80 ÷ 1,10	0,70 ÷ 1,00	≤ 0,30		0,005	0,05 ÷ 0,15	0,06
18X12БМБФР (ЭИ-993)	0,15 ÷ 0,22	≤ 0,50	≤ 0,50	≤ 0,025	≤ 0,030	≤ 0,30	11,0 ÷ 13,0	0,40 ÷ 0,60	0,15 ÷ 0,30		0,40 ÷ 0,70	0,003	0,20 ÷ 0,40	

1) Източник - Антикайн П. А., Краткий справочник по металлам для оборудования и трубопроводов ТЭС, Москва, Энергоснабжение, 1991

Таблица 6.1.2
ФИЗИЧНИ СВОЙСТВА 1)

СТОМАНА	Свойство	Температура, °С						
		20	100	200	300	400	500	600
25Х2М1Ф 20Х1М1Ф1ТР	Модул на еластичност - Е, МПа ·10 ⁻⁵	2,15	2,12	2,08	2,02	1,94	1,83	1,68
20Х1МФБР	Коефициент на линейно разширение - α, 1/°С ·10 ⁶	-	11,65	12,4	12,8	13,3	13,5	14,3
18Х12БМБФР	Модул на еластичност - Е, МПа ·10 ⁻⁵	2,28	2,22	2,13	2,05	1,93	1,84	1,70
	Коефициент на линейно разширение - α, 1/°С ·10 ⁶	-	10,5	10,8	11,1	11,5	11,8	12,05

Таблица 6.1.3
МЕХАНИЧНИ СВОЙСТВА ПРИ 20°С²⁾

СТОМАНА	Rm	Re	A ₅	Z	KCU	НВ
	МПа	МПа	%	%	J/cm ²	
25Х2М1Ф	830	680 ÷ 800	12	50	49	241 ÷ 277
20Х1М1Ф1ТР	830	680 ÷ 800	15	50	59	241 ÷ 277
20Х1МФБР	830	680 ÷ 800	14	50	59	241 ÷ 277
18Х12БМБФР	830	680 ÷ 800	15	45	59	241 ÷ 285

Таблица 6.1.4
ГРАНИЦА НА ПРОДЪЛЖИТЕЛНА ЯКОСТ 1)

СТОМАНА	ХАРАКТЕРИСТИКА	ТЕМПЕРАТУРА, °С							
		425	450	500	525	550	565	580	
25Х2М1Ф	Граница на продължителна якост в МПа за:	10 000 h	-	-	330	270	-	-	-
	100 000 h	-	-	250	200	-	-	-	
20Х1М1Ф1ТР	Граница на продължителна якост в МПа за:	10 000 h	500	480	390	350	330	290	270
	100 000 h	460	450	330	300	280	250	200	
20Х1МФБР	Граница на продължителна якост в МПа за:	10 000 h	-	490	350	310	275	260	240
	100 000 h	-	400	300	265	235	220	200	
18Х12БМБФР	Граница на продължителна якост в МПа за:	10 000 h	-	480	360	-	-	-	-
	100 000 h	-	420	310	-	-	-	-	

1) Източник - Антикайн П. А., Краткий справочник по металлам для оборудования и трубопроводов в ТЭС, Москва, Энергатамиздат, 1991

2) Източник - РД 34.17.421-92 Типовая инструкция по контролю и продлению срока службы элементов котлов, турбин и трубопроводов в ТЭС

Таблица 6.1.5
ЗАВИСИМОСТ НА ОСТАТЪЧНИТЕ НАПРЕЖЕНИЯ ОТ ВРЕМЕТО И
ТЕМПЕРАТУРАТА¹⁾

СТОМАНА	Темпе- ра тура °С	На ча лно на пр е- же ние МПа	Вре ме , ча с									
			100	500	1000	2000	3000	4000	5000	8000	10000	12000
25X2M1Ф	500	250	-	150	145	136	130	-	-	115	108	-
		300	-	-	-	-	175	-	-	-	165	-
		350	-	-	-	-	200	-	-	-	170	-
	525	300	-	197	170	160	155	-	-	135	-	-
		350	-	202	190	170	165	-	-	145	-	-
	550	250	-	130	110	105	100	-	-	73	43÷67	-
		300	-	160	145	125	110	-	-	80	70	-
		350	-	177	160	140	125	-	-	85	75	-
	20X1M1Ф1ТР	450	250	215	-	207	-	203	-	201	197	194
300			258	-	228	-	225	-	219	213	207	-
350			298	-	288	-	281	-	275	272	270	-
500		250	202	-	193	-	186	-	182	176	174	-
		300	243	-	228	-	225	-	219	213	207	-
		350	282	-	262	-	252	-	249	243	242	-
565		200	144	-	132	-	116	-	112	105	103	-
		250	175	-	150	-	135	-	124	116	111	-
		300	198	-	175	-	155	-	143	133	131	-
580		250	162	-	140	-	123	-	116	102	87	-
		300	177	-	151	-	138	-	129	112	105	-
		350	206	-	175	-	150	-	138	-	-	-
20X1MФБР	450	250	215	212	210	208	206	203	200	196	195	193
		300	255	250	248	245	242	240	237	234	232	230
		350	300	295	288	285	280	278	275	272	270	267
	500	250	165	155	143	132	125	120	115	108	103	100
		300	240	225	220	218	216	210	206	203	200	-
		350	290	275	265	260	255	248	242	235	230	-
	565	250	157	135	127	117	110	106	104	100	98	95
		300	200	180	173	155	150	143	140	132	130	128
		350	226	200	190	176	170	165	160	150	145	140
	580	300	150	163	153	140	132	125	120	110	108	105
		350	220	195	175	160	150	140	135	120	115	-
	18X12БМБФР	450	250	210	-	205	-	-	200	-	-	-
300			250	-	245	-	-	239	-	-	-	-
350			285	-	280	-	-	272	-	-	-	-
500		250	197	-	184	-	-	172	-	-	-	-
		300	230	-	215	-	-	203	-	-	-	-
		350	269	-	249	-	-	232	-	-	-	-
565		250	150	143	134	126	123	116	112	102	98	-
		300	175	168	158	148	146	139	137	121	115	-
		350	204	190	183	170	164	160	155	135	130	-
580		300	220	150	139	120	115	110	108	98	90	-
		350	205	175	160	140	132	130	125	110	105	-

1) Източник - Антика й н П. А., Кра ткий с пр а во чник по ме та лла м для
о бо р у до ва ния и т р у бо пр о во до в ТЭС, Мо с ква , Эне р го а то мизда т,
1991

6.2. По CSN

Таблица 6.2.1
ХИМИЧЕСКИ СЪСТАВ

СТОМАНА	Химически състав в теглови %								
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	W
15320	0,20 ÷ 0,28	0,17 ÷ 0,37	0,50 ÷ 0,80	≤ 0,035	≤ 0,035	1,10 ÷ 1,40	0,55 ÷ 0,75	0,15 ÷ 0,30	
15233	0,18 ÷ 0,28	0,30 ÷ 0,60	0,30 ÷ 0,60	≤ 0,035	≤ 0,035	1,20 ÷ 1,50		0,45 ÷ 0,65	
15236	0,17 ÷ 0,27	0,15 ÷ 0,40	0,30 ÷ 0,60	≤ 0,035	≤ 0,035	1,20 ÷ 1,60	0,25 ÷ 0,50	0,45 ÷ 0,65	
15331	0,17 ÷ 0,27	0,20 ÷ 0,40	≤ 1,00	≤ 0,040	≤ 0,040	1,10 ÷ 1,50		0,45 ÷ 0,65	0,80 ÷ 1,30

Таблица 6.2.2
ФИЗИЧНИ СВОЙСТВА

СТОМАНА	Свойство	Температура, °C						
		20	100	200	300	400	500	600
15320	Модул на еластичност - E, МПа . 10 ⁻⁵	2,06	2,01	1,91	1,81	1,72	1,62	1,52
	Коефициент на линейно разширение - α, 1/°C . 10 ⁶	-	11,1	12,1	12,9	13,5	13,9	14,1
	Топлопроводност - λ, W/m . °C	33,5	34,3	36,0	37,3	38,5	39,8	41,0
15233	Модул на еластичност - E, МПа . 10 ⁻⁵	2,06	2,01	1,91	1,81	1,72	1,62	1,52
	Коефициент на линейно разширение - α, 1/°C . 10 ⁶	-	11,5	12,3	12,7	13,1	13,8	14,6
	Топлопроводност - λ, W/m . °C	38,9	38,5	37,3	36,4	36,0	-	-
15236	Модул на еластичност - E, МПа . 10 ⁻⁵	2,06	2,01	1,91	1,81	1,72	1,62	1,52
	Коефициент на линейно разширение - α, 1/°C . 10 ⁶	-	12,0	12,7	13,0	13,5	14,0	14,5
	Топлопроводност - λ, W/m . °C	35,0	35,2	35,4	35,7	35,9	-	-

МЕХАНИЧНИ СВОЙСТВА ПРИ 20°С - Таблица 6.2.3

СТОМАНА	РАЗМЕР НА ПРЪТИТЕ	Rm	Re	A ₅	Z	KCU	HB
		MPa	MPa	%	%	J/cm ²	
15320.5	∅ ≤ 120	780 ÷ 930	590	15	-	59	240 ÷ 285
15320.6	∅ > 120	690 ÷ 880	560	15	-	59	208 ÷ 270
15320.9	17 < ∅ ≤ 130	≤ 834	588	15	45	127	≤ 253
	∅ > 130	≤ 883	588	15	45	59	≤ 269
15233.6	∅ ≤ 150	≤ 735	441	19	60	108	≤ 223
15233.9	∅ > 150	≤ 735	441	16	60	83	≤ 223
15236.6	∅ ≤ 120	-	539	18	60	98	208 ÷ 253
15236.9	120 < ∅ ≤ 150	690 ÷ 835	540	17	55	69	208 ÷ 253
	150 < ∅ ≤ 160	690 ÷ 835	540	16	50	69	208 ÷ 253
15331.7	-	785 ÷ 932	588	16	55	78	239 ÷ 285

ЯКОСТНИ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ВИСОКИ ТЕМПЕРАТУРИ в МПа - Таблица 6.2.4

СТОМАНА	ХАРАКТЕРИСТИКА	ТЕМПЕРАТУРА, °С								
		200	250	300	350	400	425	450	475	500
15320	R _{0,2t}	510	490	440	390	355	-	320	-	-
15233	R _{0,2t}	440	420	400	380	365	355	345	325	305
15236	R _{0,2t}	539	471	451	431	402	382	373	353	343

ГРАНИЦА НА ПРОДЪЛЖИТЕЛНА ЯКОСТ И 1 % ГРАНИЦА НА ПЪЛЗЕНЕ - Таблица 6.2.5

СТОМАНА	ХАРАКТЕРИСТИКА	ТЕМПЕРАТУРА, °С											
		500	510	520	530	540	550	560	570	580	590	600	
15320	1 % граница на пълзене в МПа за:	10000h	-	-	206	175	146	124	102	85	72	59	47
		100000h	-	-	106	91	77	65	55	46	38	31	24
	Граница на продължителна якост в МПа за:	10000h	318	265	223	196	173	153	134	118	102	80	69
		100000h	186	157	133	113	95	80	69	59	49	42	34

Таблица 6.2.5 - Продължение

СТОМАНА	ХАРАКТЕРИСТИКА	ТЕМПЕРАТУРА, °С									
		400	425	450	475	500	525	550	575	600	
15233	1 % граница на пълзене в МПа за:	1 000h	292	264	236	209	181	153	125	-	-
		10 000h	247	218	188	159	129	-	-	-	-
	Граница на продължителна якост в МПа за:	10 000h	356	278	215	167	129	100	77	-	-
		100 000h	242	185	141	108	82	63	48	-	-
		200 000h	216	164	125	95	72	55	42	-	-
15236	Граница на продължителна якост в МПа за:	10 000h	-	-	287	228	181	144	115	91	73
		100 000h	-	-	183	144	113	88	69	54	42