

УТВЕРЖДАЮ

Председатель ТК 259
М. И. Власов
"24" 11 1993 г.

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ
СВОЙСТВ СТАЛИ МЕТОДОМ
ВДАВЛИВАНИЯ ИНДЕНТОРА

РД 302-07-20-93
Введен впервые

Дата введения

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий руководящий документ (РД) распространяется на стали марок 25Л, 12Х13Н9ТЛ, 08Х18Н10Т, 14Х17Н2, 10Х17Н13М3Т (ЭИ432, 06ХН23МДТ (ЭИ943) и устанавливает метод определения характеристик механических свойств: временного сопротивления, предела текучести, относительного удлинения и относительного сужения по результатам измерений твердости, определяемой вдавливанием индентора.

Метод следует применять в тех случаях, когда по условиям производства требуется проведение большого количества испытаний при стабильном уровне сдаточных характеристик механических свойств, а так же при определении механических свойств на деталях и изделиях

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем РД использованы ссылки на следующие стандарты:
ГОСТ 9012 Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Бринеллю.

ГОСТ 18335	Металлы. Метод измерения пластической твердости.
ГОСТ 1497	Металлы. Методы испытания на растяжение.
ГОСТ 23677	Твердомеры для металлов. Общие технические требования.
РД 5.9280-90	Металлы. Методы определения механических свойств методом вдавливания инденгора. Типовая методика.
ГОСТ 22761	Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Бринеллю переносными твердомерами статического действия

3. ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

3.1. Определения и условные обозначения величин, используемых в настоящем РД указаны в табл. I.

Условные обозначения	Определение
НВ	Твердость по Бринеллю
НД	Пластическая твердость
Д	Диаметр вдавливаемого шарика
d	Среднее арифметическое измерение взаимно перпендикулярных диаметров отпечатка
P_1, P_2	Нагрузки, последовательно прилагаемые к образцу, P_2 P_1
h_1, h_2	Глубины отпечатков, измеренные после снятия нагрузок P_1 и P_2 соответственно
$\sigma_{\text{нв}}$	Временное сопротивление, полученное по твердости НВ
$\sigma_{0.2}^{\text{нв}}$	Предел текучести (условный), полученный по твердости НД
$\delta^{\text{нв}}$	Относительное удлинение, полученное по твердости НД
$\psi^{\text{нв}}$	Относительное сужение, полученное по твердости НД

4. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1. Сущность метода – определение механических свойств сталей расчетным путем по уравнениям парной регрессии, полученных математико-статистической обработкой результатов имеющихся серийных стандартных испытаний или специально проведенных парных испытаний на растяжение и твердость.

5. МЕТОД ОТБОРА ПРОБ

5.1. Измерение твердости проводится на образцах от полуфабрикатов или литейных проб, на отливках или изделиях.

5.2. Для проведения парных испытаний отбираются заготовки одной марки (или несколько марок близких по составу и структуре) в трех состояниях: с минимальным, средним и максимальным уровнем прочности.

5.3. При изготовлении образцов на твердость и растяжение необходимо соблюдать требования НТД, касающиеся места их вырезки из заготовок, а также принимать меры против возможных изменений свойств металла, возникающих в результате механической обработки.

5.4. Подготовка образцов к испытаниям на твердость, размеры образцов, качество подготовки поверхности должны соответствовать: при определении твердости по Бринеллю ИВ-ГОСТ 9012; при определении пластической твердости ИД-ГОСТ 13366.

6. АППАРАТУРА

6.1. Определение значений твердости ИВ, ИД производится на твердомерах типа ТШ Бринелль по ГОСТ 23677.

6.2. Для определения пластической твердости ИД (см. приложение

к ГОСТ 18335) твердомеры должны быть оснащены приспособлениями для измерения глубины отпечатков с ценой деления 0,01 мм. Цена деления устройства для измерения диаметра отпечатка при определении НВ не более 0,05 мм.

6.3. Определение механических свойств по твердости при серийных испытаниях готовых деталей и изделий может производиться с помощью переносных твердомеров по ГОСТ 22761.

7. ПОДГОТОВКА И ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

7.1. Для проведения парных испытаний отбираются заготовки, размеры которых и шероховатость поверхности должны обеспечить возможность определения твердости по видам испытаний, указанных в п.5.4, а также возможность вырезки не менее, чем трех образцов на растяжение. Допускается измерение твердости на головках образцов на растяжение.

7.2. Испытание на растяжение проводится в соответствии с ГОСТ 1497 на образцах пятикратной длины с диаметром расчетной части 10 мм. Допускается применять образцы пятикратной длины с диаметром расчетной части 5-6 мм.

7.3. Испытание на твердость по Бринеллю НВ производится на приборе ТШ при нагрузках 1000, 3000 кгс индентором с диаметром шарика 10 мм в соответствии с требованиями ГОСТ 9012.

7.4. Пластическая твердость НД определяется на приборе ТШ с помощью устройства для измерения глубины отпечатков путем последовательного вдавливания шарового индентора нагрузками P_1 и P_2 ($P_2 > P_1$) с измерением остаточных глубин отпечатков h_1 и h_2 .

Значение числа твердости рассчитывается по формуле:

$$НД = \frac{P_2 - P_1}{D (h_2 - h_1)}$$

7.5. Значение НВ и НД могут определяться в процессе одного измерения. Для этого после измерения величин h_1 и h_2 измеряется диаметр полученного отпечатка и по нему определяется величина НВ.

7.6. Выбор нагрузки и диаметра шарика индентора для каждой марки стали определяется уровнем твердости материала и осуществляется в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2

Марка стали	Пластическая твердость, НД			Твердость по Бринеллю, НВ	
	Д, мм	P_1 , кгс	P_2 , кгс	Д, мм	Р, кгс
14X17H2	10	1500	3000	10	3000
25Л 12X18H9ТЛ 03X18H10Т ЭИ-432 ЭИ-943	10	500	1000	10	1000

7.7. Значения твердости по Бринеллю и пластической твердости рассчитывается как среднее арифметическое значение результатов не менее трех измерений.

7.8. Для установления зависимостей между твердостью и характеристиками растяжения рекомендуются следующие пары "характеристика растяжения - твердость":

временное сопротивление σ_{σ} - НВ;

предел текучести $\sigma_{0.2}$ - НД;

относительное удлинение δ - НД;

относительное сужение ψ - НД.

7.9. Рекомендации по математико-статистической обработке результатов испытаний приведены в РД 5.9230-90 (п.3.4, 4.1 - 4.3 приложение).

8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

8.1. Расчетные значения временного сопротивления $\sigma_{0.2}^{HB}$ определяются по результатам измерения твердости HB в соответствии с таблицами приложения А:

для стали 25Л - таблица А1;

для стали 12Х18Н9ТЛ - таблица А3;

для стали 14Х17Н2 - таблица А5;

для стали 08Х18Н10Т - таблица А8;

для стали ЭИ-432 - таблица А10;

для стали ЭИ-943 - таблица А12.

Расчетные значения предела текучести $\sigma_{0.2}^{HD}$, относительного удлинения δ^{HD} , относительного сужения ψ^{HD} определяются по результатам измерения пластической твердости НД в соответствии с таблицами:

для стали 25Л - таблица А2 (δ^{HD});

для стали 12Х18Н9ТЛ - таблица А4 (δ^{HD});

для стали 14Х17Н2 - таблица А6 ($\sigma_{0.2}^{HD}$);

таблица А7 (δ^{HD} , ψ^{HD});

для стали 08Х18Н10Т - таблица А9 ($\sigma_{0.2}^{HD}$, δ^{HD} , ψ^{HD});

для стали ЭИ-432 - таблица А11 (δ^{HD} , ψ^{HD});

для стали ЭИ-943 - таблица А13 (δ^{HD} , ψ^{HD}).

8.2. Минимально и максимально допустимые значения твердости, рассчитанные для каждой марки стали по допустимым значениям механических характеристик в соответствии с полученными уравнениями регрессии должны соответствовать значениям, приведенным в табл.3.

Допустимые значения твердости по Бринеллю НВ и пластической твердости НД для различных марок стали

Таблица 3

Марка стали	Твердость НВ, не менее	Пластическая твердость НД, не более
25Л	120	210
12Х18Н9ТЛ	100	190
14Х17Н2	(22,5-31) НРС _э	250
	(30-37) НРС _э	350
	(37-42,5) НРС _э	450
08Х18Н10Т	100	170
ЭИ432	130	180
ЭИ943	120	140

8.3. При получении значений твердости НВ и НД меньше или больше допустимых значений, указанных в табл.3, следует проводить испытание данного материала на растяжение по ГОСТ 1497.

8.4. Периодически, от каждой 50-й партии (плавки) для всех марок стали следует проводить испытания на твердость и растяжение. При этом механические свойства, рассчитанные по твердости, сравниваются со значениями, полученными при испытаниях на растяжение. Расхождение между расчетными значениями механических свойств и характеристиками растяжения должно составлять не более:

- по временному сопротивлению $\pm 5\%$;
 по пределу текучести $\pm 7\%$;
 по относительному удлинению $\pm 10\%$;
 по относительному сужению $\pm 12\%$.

Если значение расхождений выше указанных, то определение механических свойств производят по ГОСТ 1497.

8.5. Периодически, не реже одного раза в 2 года, а также при неоднократных случаях несоответствия фактических и расчетных значений механических свойств необходимо проводить серию парных испытаний с последующей статистической обработкой полученных данных для корректировки коэффициентов полинома.

Объем выборки для статистической обработки должен составлять не менее 30 испытаний для каждой марки стали.

Главный инженер

Заместитель главного инженера

Заместитель директора НИИЦ

Начальник отдела 161

Начальник отдела 933

Руководитель темы

Дав

М. М. М.

Хас.

В. И. Х.

С. Г. О.
Н. И. Ч.

Б.М.Орехов

Э.А.Макаров

Р.И.Хасанов

А.А.Косарев

С.Г.Ольховская

Н.И.Чувашова

19.03 318 ДМ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица расчетных значений механических
характеристик по результатам измерения
твердости

10.93 3.12 001

Расчетные значения временного сопротивления σ_B^{HB}
 стали 25Л

Таблица А1

HB кгс/мм ²	σ_B^{HB}		HB кгс/мм ²	σ_B^{HB}	
	МПа	кгс/мм ²		МПа	кгс/мм ²
I05	449	45,8	I35	549	56
I06	452	46,1	I36	552	56,3
I07	455	46,4	I37	555	56,6
I08	459	46,8	I38	559	57
I09	462	47,1	I39	562	57,3
I10	465	47,4	I40	565	57,6
I11	468	47,7	I41	569	58
I12	472	48,1	I42	572	58,3
I13	475	48,5	I43	575	58,6
I14	478	48,8	I44	579	59
I15	482	49,2	I45	582	59,3
I16	485	49,5	I46	585	59,6
I17	488	49,8	I47	589	60
I18	491	50,1	I48	592	60,3
I19	495	50,5	I49	595	60,6
I20	496	50,6	I50	599	61,1
I21	500	51	I51	602	61,4
I22	503	51,4	I52	605	61,7
I23	507	51,7	I53	608	62
I24	511	52,1	I54	612	62,3
I25	514	52,4	I55	615	62,7
I26	518	52,8	I56	618	63
I27	521	53,1	I57	621	63,3
I28	525	53,5	I58	624	63,6
I29	528	53,8	I59	628	64
I30	531	54,1	I60	631	64,3
I31	535	54,5	I61	634	64,6
I32	538	54,8	I62	637	64,9
I33	542	55,2	I63	640	65,2
I34	545	55,5	I64	643	65,5

30.03 3/12 008

Продолжение таблицы А I

HB кгс/мм ²	60 ^{HB}	
	МПа	кгс/мм ²
I65	647	65,9
I66	650	66,2
I67	653	66,6
I68	656	66,9
I69	659	67,2
I70	662	67,5
I71	665	67,8
I72	669	68,2
I73	672	68,4
I74	675	68,8
I75	678	69,1
I76	681	69,4
I77	684	69,7
I78	687	70
I79	690	70,3
I80	694	70,7
I81	697	71
I82	700	71,3
I83	703	71,7
I84	706	72
I85	709	72,3
I86	712	72,6
I87	715	72,9

Таблица А2

Расчетные значения относительного удлинения
 $\delta_{\text{ИД}}$ стали 25Л

ИД кгс/мм ²	$\delta_{\text{ИД}}$, %	ИД кгс/мм ²	$\delta_{\text{ИД}}$, %
I05	40,7	I38	31,5
I06	40,4	I39	31,2
I07	40,1	I40	31,0
I08	39,8	I41	30,7
I09	39,6	I42	30,5
I10	39,3	I43	30,3
I11	39,0	I44	30,1
I12	38,7	I45	29,8
I13	38,4	I46	29,6
I14	38,1	I47	29,4
I15	37,7	I48	29,2
I16	37,4	I49	28,9
I17	37,1	I50	28,7
I18	36,8	I51	28,5
I19	36,6	I52	28,3
I20	36,3	I53	28,1
I21	36,0	I54	27,9
I22	35,7	I55	27,7
I23	35,4	I56	27,5
I24	35,1	I57	27,3
I25	34,8	I58	27,1
I26	34,6	I59	26,9
I27	34,3	I60	26,7
I28	34,0	I61	26,5
I29	33,7	I62	26,4
I30	33,5	I63	26,2
I31	33,2	I64	26,0
I32	33,0	I65	25,9
I33	32,7	I66	25,7
I34	32,4	I67	25,5
I35	32,2	I68	25,3
I36	32,0	I69	25,2
I37	31,7	I70	25,0

39-93 312 ИД

Продолжение таблицы А2

НД кгс/мм ²	δ , НД %
171	24,9
172	24,7
173	24,6
174	24,4
175	24,3
176	24,1
177	24,0
178	23,8
179	23,7
180	23,6
181	23,4
182	23,3
183	23,2
184	23,1
185	22,9
186	22,8
187	22,7
188	22,6
189	22,5
190	22,4
191	22,3
192	22,2
193	22,1
194	22,0
195	21,9
196	21,8
197	21,7
198	21,6
199	21,5
200	21,4
201	21,3
202	21,3
203	21,2
204	21,1
205	21,1

Таблица А3
 Расчетные значения временного сопротивления σ_B HB
 стали 12Х18Н9Т1

HB кгс/мм ²	σ_B HB		HB кгс/мм ²	σ_B HB	
	МПа	кгс/мм ²		МПа	кгс/мм ²
100	518	52,8	127	530	54,0
101	518	52,7	128	531	54,1
102	518	52,7	129	532	54,3
103	517	52,7	130	534	54,4
104	517	52,7	131	535	54,5
105	517	52,7	132	536	54,7
106	517	52,7	133	538	54,8
107	517	52,7	134	539	54,9
108	517	52,7	135	540	55,1
109	518	52,8	136	542	55,2
110	518	52,8	137	543	55,2
111	518	52,8	138	545	55,4
112	518	52,8	139	546	55,7
113	519	52,9	140	548	55,9
114	519	52,9	141	550	56,0
115	520	53,0	142	551	56,2
116	520	53,0	143	553	56,4
117	521	53,1	144	555	56,5
118	522	53,1	145	556	56,7
119	522	53,3	146	558	56,9
120	523	53,3	147	560	57,1
121	524	53,4	148	562	57,3
122	525	53,5	149	564	57,5
123	526	53,6	150	566	57,7
124	527	53,7	151	568	57,8
125	528	53,8	152	569	58,1
126	529	53,9	153	571	58,3

Продолжение таблицы А3

HB кгс/мм ²	σ _B HB	
	МПа	кгс/мм ²
I54	573	58,5
I55	575	58,7
I56	577	58,9
I57	579	59,1
I58	581	59,3
I59	584	59,5
I60	586	59,7
I61	588	59,9
I62	590	60,1
I63	592	60,3
I64	594	60,6
I65	596	60,8
I66	598	61,0
I67	600	61,2
I68	603	61,4
I69	605	61,7
I70	607	61,9
I71	609	62,1
I72	611	62,3
I73	614	62,5

Расчетные значения относительного удлинения δ НД
 стали 12Х18Н9ТЛ

Таблица А4

НД кгс/мм ²	δ НД %	НД кгс/мм ²	δ НД %
110	62,8	144	49,3
111	62,4	145	48,9
112	62,0	146	48,5
113	61,6	147	48,1
114	61,2	148	47,7
115	60,8	149	47,3
116	60,5	150	46,9
117	60,1	151	46,5
118	59,7	152	46,1
119	59,3	153	45,7
120	58,8	154	45,3
121	58,5	155	44,9
122	58,1	156	44,5
123	57,7	157	44,1
124	57,3	158	43,7
125	56,9	159	43,3
126	56,5	160	42,8
127	56,1	161	42,4
128	55,7	162	42,0
129	55,3	163	41,6
130	54,9	164	41,2
131	54,5	165	40,8
132	54,1	166	40,4
133	53,7	167	40,0
134	53,3	168	39,6
135	52,9	169	39,2
136	52,5	170	38,8
137	52,1	171	38,4
138	51,7	172	38,0
139	51,3	173	37,6
140	50,9	174	37,1
141	50,5	175	36,7
142	50,1	176	36,3
143	49,7	177	35,9

Таблица А5

Расчетные значения временного сопротивления σ_B НВ
стали 14X1712

НВ кгс/мм ²	σ_B НВ		НВ кгс/мм ²	σ_B НВ	
	МПа	кгс/см ²		МПа	кгс/см ²
190	743	75,6	252	871	88,8
192	746	76,0	254	875	89,2
194	749	76,4	256	880	89,7
196	753	76,8	258	885	90,2
198	757	77,2	260	890	90,7
200	761	77,6	262	894	91,2
202	765	78,0	264	899	91,6
204	769	78,4	266	904	92,1
206	773	78,7	268	909	92,6
208	777	79,2	270	917	93,1
210	780	79,6	272	919	93,6
212	785	80,0	274	923	94,1
214	789	80,4	276	928	94,6
216	793	80,8	278	933	95,1
218	797	81,2	280	938	95,7
220	801	81,6	282	944	96,2
222	805	82,0	284	949	96,7
224	809	82,5	286	954	97,2
226	813	82,9	288	960	97,7
228	816	83,3	290	964	98,3
230	822	83,8	292	969	98,8
232	826	84,2	294	975	99,3
234	830	84,6	296	980	99,9
236	835	85,1	298	985	100,4
238	839	85,5	300	990	100,9
240	844	86,0	302	996	101,5
242	848	86,4	304	1001	102,0
244	853	86,9	306	1007	102,6
246	857	87,4	308	1012	103,2
248	862	87,8	310	1017	103,7
250	866	88,3	312	1023	104,3

Продолжение табл.А5

Расчетные значения σ_B^{HB} стали 14Х17Н2

HB кгс/мм ²	σ_B^{HB}		HB кгс/мм ²	σ_B^{HB}	
	МПа	кгс/мм ²		МПа	кгс/мм ²
314	1029	104,8	364	1177	120,0
316	1034	105,4	366	1186	120,9
318	1040	106,0	368	1190	121,3
320	1045	106,5	370	1196	121,9
322	1051	107,1	372	1202	122,6
324	1057	107,7	374	1209	123,2
326	1062	108,3	376	1215	123,9
328	1063	108,9	378	1221	124,5
330	1074	109,5	380	1228	125,2
332	1079	110,1	382	1235	125,9
334	1086	110,7	384	1242	126,6
336	1091	111,3	386	1248	127,2
338	1097	111,9	388	1255	127,9
340	1103	112,5	390	1261	128,6
342	1109	113,1	392	1273	129,3
344	1115	113,7	394	1275	130,0
346	1121	114,3	396	1282	130,7
348	1127	114,9	398	1286	131,3
350	1133	115,5	400	1295	132,0
352	1139	116,2	402	1302	132,7
354	1146	116,8	404	1309	133,4
356	1152	117,4	406	1316	134,2
358	1158	118,0	408	1323	134,9
360	1164	118,7	410	1330	135,6
362	1170	119,3			

Таблица А5
 Расчетные значения предела текучести $\sigma_{0,2}$
 стали 14Х17Н2

НД кгс/мм ²	$\sigma_{0,2}$		НД кгс/мм ²	$\sigma_{0,2}$	
	МПа	кгс/мм ²		МПа	кгс/мм ²
190	510	52,0	244	645	65,6
192	516	52,5	246	648	66,1
194	521	53,1	248	653	66,6
196	526	53,6	250	657	67,1
198	531	54,1	252	662	67,5
200	537	54,7	254	667	68,0
202	542	55,2	256	672	68,4
204	546	55,7	258	676	68,9
206	551	56,2	260	681	69,4
208	556	56,7	262	685	69,8
210	562	57,3	264	690	70,3
212	567	57,8	266	694	70,7
214	572	58,3	268	698	71,2
216	577	58,8	270	702	71,6
218	582	59,3	272	706	72,1
220	587	59,8	274	711	72,5
222	592	60,3	276	715	72,9
224	596	60,8	278	720	73,4
226	601	61,3	280	724	73,8
228	606	61,8	282	729	74,2
230	611	62,3	284	733	74,7
232	616	62,8	286	737	75,1
234	621	63,2	288	741	75,5
236	625	63,7	290	746	76,0
238	630	64,2	292	750	76,4
240	635	64,7	294	753	76,8
242	640	65,2	296	757	77,2

Продолжение таблицы А6
 Расчетные значения σ_{02} стали 14Х17Н2

НД кгс/мм ²	σ_{02}		НД кгс/мм ²	σ_{02}	
	МПа	кгс/мм ²		МПа	кгс/мм ²
298	761	77,6	354	866	88,3
300	765	78,0	356	870	88,7
302	770	78,4	358	873	89,0
304	774	78,9	360	877	89,3
306	778	79,3	362	880	89,7
308	782	79,7	364	883	90,0
310	786	80,1	366	887	90,4
312	790	80,5	368	890	90,7
314	794	80,9	370	893	91,0
316	798	81,2	372	896	91,4
318	802	81,6	374	900	91,7
320	804	82,0	376	903	92,0
322	808	82,4	378	906	92,3
324	812	82,8	380	909	92,7
326	816	83,2	382	912	93,0
328	820	83,6	384	915	93,3
330	824	83,9	386	919	93,6
332	827	84,3	388	925	94,2
334	831	84,7	390	928	94,6
336	835	85,1	392	931	94,9
338	838	85,4	394	934	95,2
340	842	85,8	396	937	95,5
342	845	86,2	398	940	95,8
344	849	86,5	400	942	96,1
346	852	86,9	402	945	96,4
348	856	87,2	404	948	96,6
350	859	87,6	406	951	96,9
352	863	88,0	408	954	97,2

Продолжение таблицы А6
 Расчетные значения $\sigma_{02}^{\text{НД}}$ стали I4X17H2

НД кгс/мм ²	$\sigma_{02}^{\text{НД}}$	
	МПа	кгс/мм ²
410	956	97,5
412	959	97,8
414	962	98,1
416	965	98,4
418	968	98,6
420	970	98,9
422	973	99,2
424	976	99,4
426	978	99,7
428	981	100,0
430	983	100,2
432	986	100,5
434	989	100,8
436	991	101,0
438	994	101,3
440	996	101,5
442	998	101,8
444	1001	102,0
446	1003	102,3
448	1006	102,5
450	1008	102,8
452	1010	103,0
454	1013	103,2
456	1015	103,5
458	1017	103,7
460	1020	103,9
462	1022	104,1
464	1026	104,6
466	1028	104,8
468	1030	105,0
470	1033	105,2
472	1035	

Таблица А7

Расчетные значения относительного удлинения δ и относительного сужения ψ стали 14Х17Н2

НД кгс/мм ²	δ %	ψ %	НД кгс/мм ²	δ %	ψ %
180	23,4	59,5	340	16,4	57,7
185	27,3	59,6	345	16,2	57,6
190	27,2	59,6	350	16,1	57,4
195	26,7	59,6	355	15,9	57,2
200	26,2	59,7	360	15,8	57,0
205	25,6	59,7	365	15,7	56,9
210	25,1	59,7	370	15,6	56,7
215	24,6	59,7	375	15,5	56,5
220	24,1	59,7	380	15,4	56,3
225	23,7	59,7	385	15,4	56,0
230	23,2	59,7	390	15,3	55,8
235	22,8	59,7	395	15,3	55,6
240	22,3	59,6	400	15,3	55,4
245	21,9	59,6	405	15,2	55,1
250	21,5	59,5	410	15,2	54,9
255	21,1	59,5	415	15,2	54,6
260	20,7	59,4	420	15,2	54,4
265	20,3	59,4	425	15,2	54,1
270	20,0	59,3	430	15,2	53,8
275	19,6	59,3	435	15,2	53,5
280	19,3	59,2	440	15,1	53,3
285	19,0	59,1	445	15,1	53,0
290	18,7	59,0	450	15,1	52,7
295	18,4	58,9	455	15,1	52,4
300	18,1	58,8	460	15,1	52,0
305	17,9	58,7	465	15,1	51,7
310	17,6	58,6	470	15,1	51,4
315	17,4	58,5	475	15,1	51,1
320	17,1	58,3	480	15,0	50,7
325	16,9	58,2	485	15,0	50,4
330	16,7	58,0	490	15,0	50,0
335	16,5	57,9			

Таблица А8
 Расчетные значения временного сопротивления $\sigma_{\text{в}}$ HB
 стали 08Х18Н10Т

HB кгс/мм ²	$\sigma_{\text{в}}$ HB		HB кгс/мм ²	$\sigma_{\text{в}}$ HB	
	МПа	кгс/мм ²		МПа	кгс/мм ²
I00	513	52,3	I23	624	63,6
I01	518	52,8	I29	627	63,9
I02	523	53,3	I30	630	64,2
I03	523	53,3	I31	633	64,5
I04	532	54,2	I32	636	64,8
I05	537	54,7	I33	639	65,1
I06	540	55,1	I34	641	65,4
I07	545	55,6	I35	643	65,6
I08	549	56,0	I36	646	65,9
I09	553	56,4	I37	649	66,2
I10	553	56,9	I38	651	66,4
I11	562	57,3	I39	654	66,7
I12	566	57,7	I40	656	66,9
I13	570	58,1	I41	659	67,2
I14	574	58,5	I42	661	67,4
I15	578	58,9	I43	663	67,6
I16	582	59,3	I44	666	67,9
I17	586	59,7	I45	668	68,1
I18	589	60,1	I46	670	68,3
I19	593	60,5	I47	672	68,5
I20	596	60,8	I48	674	68,7
I21	600	61,2	I49	676	68,9
I22	603	61,5	I50	678	69,1
I23	607	61,9	I51	680	69,3
I24	610	62,2	I52	681	69,4
I25	614	62,6	I53	683	69,6
I26	617	62,9	I54	685	69,8
I27	620	63,2	I55	686	69,9

Продолжение таблицы А3

Расчетные значения временного сопротивления σ_B HB
стали 03X13N10T

HB кгс/мм ²	σ_B HB	
	МПа	кгс/мм ²
I56	688	70,1
I57	689	70,3
I58	691	70,4
I59	692	70,5
I60	693	70,6
I61	694	70,8
I62	695	70,9
I63	696	71,0
I64	697	71,1
I65	698	71,2
I66	699	71,3
I67	700	71,4

Таблица А9

Расчетные значения предела текучести $\sigma_{0,2}^{НД}$
 относительного удлинения $\delta_{НД}$, относительного
 сужения $\psi_{НД}$ стали 08Х18Н10Т

НД кгс/мм ²	$\sigma_{0,2}^{НД}$		δ %	ψ %
	МПа	кгс/мм ²		
110	199	20,3	75,7	69,2
111	200	20,4	75,7	69,8
112	201	20,5	75,6	70,2
113	202	20,6	75,5	70,7
114	204	20,7	75,4	71,1
115	205	20,9	75,2	71,5
116	206	21,0	75,1	71,8
117	207	21,1	75,0	72,2
118	209	21,3	74,8	72,4
119	210	21,4	74,7	72,7
120	212	21,6	74,5	72,9
121	213	21,7	74,3	73,0
122	215	21,9	74,1	73,1
123	217	22,1	73,9	73,2
124	218	22,3	73,7	73,3
125	220	22,4	73,5	73,3
126	222	22,6	73,2	73,3
127	224	22,8	73,0	73,2
128	226	23,0	72,7	73,1
129	228	23,2	72,5	73,0
130	230	23,5	72,2	72,9
131	232	23,7	71,9	72,7
132	235	23,9	71,6	72,4
133	237	24,1	71,3	72,2
134	239	24,4	70,9	71,8
135	242	24,6	70,6	71,5

Продолжение таблицы А9
 Расчеты значения $\sigma_{0,2}^{HD}$, δ^{HD} , ψ^{HD} стали 08Х18Н10Т

HD кгс/мм ²	σ HD 0,2		δ HD %	ψ HD %
	МПа	кгс/мм ²		
I36	244	24,9	70,3	71,1
I37	247	25,1	69,9	70,7
I38	249	25,4	69,6	70,3
I39	252	25,7	69,2	69,8
I40	255	25,9	68,8	69,2
I41	257	26,2	68,4	68,7
I42	260	26,5	68,0	68,1
I43	263	26,8	67,5	67,5
I44	266	27,1	67,1	66,8
I45	269	27,4	66,7	66,1
I46	272	27,7	66,2	65,3
I47	275	28,1	65,8	64,6
I48	278	28,4	65,3	63,8
I49	282	28,7	64,8	62,9
I50	286	29,0	64,3	62,0
I51	288	29,4	63,8	61,1
I52	292	29,7	63,3	60,1
I53	296	30,1	62,7	59,1
I54	299	30,5	62,2	58,1
I55	302	30,8	61,7	57,0
I56	306	31,2	61,1	55,9
I57	310	31,6	60,5	54,8
I58	314	32,0	59,9	53,6
I59	317	32,3	59,3	52,4
I60	321	32,7	58,7	51,2
I61	325	33,1	58,1	49,9
I62	329	33,6	57,5	48,6
I63	333	34,0	56,9	47,2
I64	337	34,4	56,2	45,8
I65	342	34,8	55,6	44,4

Продолжение таблицы А9
 Расчетные значения $\sigma_{0.2}^{HD}$, δ^{HD} , ψ^{HD} стали ОВХІЗНІОТ

НД кгс/мм ²	$\sigma_{0.2}^{HD}$		δ %	ψ %
	МПа	кгс/мм ²		
166	346	35,3	54,9	42,9
167	350	35,7	54,2	41,4
168	355	36,1	53,5	39,9
169	359	36,6	52,8	38,3
170	364	37,1	52,1	36,7
171	368	37,5	51,4	35,1
172	373	38,0	50,6	33,4
173	377	38,5	49,9	31,7
174	382	38,9	49,1	29,9
175	387	39,4	48,4	28,1
176	392	39,9	47,6	26,3
177	397	40,4	46,8	24,4
178	402	40,9	46,0	22,5
179	407	41,5	45,2	20,6
180	412	42,0	44,4	18,6
181	417	42,5	43,6	16,6
182	422	43,0	42,7	14,6
183	427	43,5	41,9	12,5

Таблица А10

Расчетные значения временного сопротивления $\sigma_{\text{в}}^{\text{HB}}$
стали ЭИ-432

HB кгс/мм ²	$\sigma_{\text{в}}^{\text{HB}}$		HB кгс/мм ²	$\sigma_{\text{в}}^{\text{HB}}$	
	МПа	кгс/мм ²		МПа	кгс/мм ²
85	445	45,1	115	510	52,0
86	448	45,4	116	512	52,2
87	450	45,7	117	514	52,4
88	453	45,9	118	517	52,7
89	454	46,2	119	519	52,9
90	455	46,3	120	521	53,1
91	457	46,6	121	523	53,4
92	459	46,8	122	526	53,6
93	461	47,0	123	528	53,8
94	463	47,2	124	530	54,0
95	466	47,5	125	532	54,2
96	468	47,7	126	534	54,5
97	470	47,9	127	537	54,7
98	472	48,1	128	539	54,9
99	475	48,5	129	541	55,2
100	477	48,6	130	543	55,4
101	479	48,8	131	545	55,6
102	481	49,1	132	548	55,8
103	483	49,3	133	550	56,1
104	486	49,5	134	552	56,3
105	488	49,7	135	554	56,5
106	490	49,9	136	557	56,7
107	492	50,2	137	559	57,0
108	494	50,4	138	561	57,2
109	497	50,6	139	563	57,4
110	499	50,9	140	565	57,6
111	501	51,1	141	568	57,9
112	503	51,3	142	570	58,1
113	506	51,5	143	572	58,3
114	508	51,8	144	574	58,6

Продолжение таблицы А10

НВ кгс/мм ²	σ _В НВ	
	МПа	кгс/мм ²
I45	577	58,8
I46	579	59,0
I47	581	59,2
I48	583	59,5
I49	585	59,7
I50	588	59,9
I51	590	60,1
I52	592	60,4
I53	594	60,6
I54	596	60,8
I55	599	61,0
I56	601	61,3
I57	603	61,5
I58	605	61,7
I59	608	61,9
I60	610	62,2
I61	612	62,4
I62	614	62,6
I63	616	62,8
I64	619	63,1
I65	621	63,3
I66	623	63,5
I67	625	63,8
I68	628	64,0
I69	630	64,2

Таблица А11
 Расчетные значения относительного удлинения δ НД
 и относительного сужения ψ НД стали ЭИ-432

НД кгс/мм ²	δ НД, %	ψ НД, %	НД кгс/мм ²	δ НД, %	ψ НД, %
104	67,8		135	53,5	51,4
105	67,4		136	53,0	51,2
106	66,9		137	52,5	50,9
107	66,5		138	52,0	50,6
108	66,0		139	51,5	50,4
109	65,5		140	51,0	50,1
110	65,1		141	50,5	49,8
111	64,6		142	50,0	49,5
112	64,1		143	49,6	49,1
113	63,7		144	49,1	48,8
114	63,2		145	48,6	48,5
115	62,8		146	48,0	48,2
116	62,3		147	47,5	47,8
117	61,8		148	47,0	47,5
118	61,4		149	46,5	47,1
119	60,9		150	46,0	46,8
120	60,3	54,3	151	45,5	46,4
121	59,3	54,1	152	45,0	46,0
122	59,4	54,0	153	44,5	45,7
123	59,0	53,9	154	44,0	45,3
124	58,5	53,7	155	43,5	44,9
125	58,1	53,6	156	43,0	44,5
126	57,6	53,4	157	42,5	44,1
127	57,2	53,2	158	42,0	43,7
128	56,7	53,0	159	41,4	43,3
129	56,3	52,8	160	40,9	42,9
130	55,8	52,6	161	40,4	42,5
131	55,4	52,4	162	39,9	42,1
132	54,9	52,2	163	39,4	41,7
133	54,4	51,9	164	38,9	41,2
134	53,9	51,7	165	38,4	40,8

Продолжение таблицы А11

НД кгс/мм ²	δ НД, %	ψ НД, %
I66	37,9	40,4
I67	37,4	39,9
I68	36,9	39,5
I69	36,4	39,1
I70	35,9	38,6
I71	35,4	38,2
I72	34,9	37,8
I73	34,4	37,3
I74	33,9	36,9
I75	33,4	36,4
I76	32,9	36,0
I77	32,5	35,5
I78	32,0	35,1
I79	31,5	34,6
I80	31,0	34,2
I81	30,6	33,7
I82	30,1	33,3
I83	29,6	32,8
I84	29,2	32,4
I85	28,7	31,9
I86	28,3	31,4
I87	27,8	31,0
I88	27,4	30,5
I89	26,9	30,1
I90	26,5	29,7
I91	26,0	29,2

Таблица А12
 Расчетные значения временного сопротивления $\sigma_{\text{в}}^{\text{НВ}}$
 стали ЭИ-943

кгс/мм ²	$\sigma_{\text{в}}^{\text{НВ}}$		кгс/мм ²	$\sigma_{\text{в}}^{\text{НВ}}$	
	МПа	кгс/мм ²		МПа	кгс/мм ²
100	418	42,6	133	524	53,4
101	421	42,9	134	527	53,7
102	424	43,2	135	530	54,0
103	427	43,5	136	534	54,4
104	431	43,9	137	537	54,7
105	434	44,2	138	539	55,0
106	436	44,5	139	542	55,3
107	440	44,9	140	546	55,7
108	443	45,2	141	549	56,0
109	446	45,5	142	552	56,3
110	449	45,8	143	555	56,6
111	453	46,2	144	559	57,0
112	456	46,5	145	562	57,3
113	459	46,8	146	565	57,6
114	462	47,1	147	569	58,0
115	466	47,5	148	572	58,3
116	469	47,8	149	575	58,6
117	472	48,1	150	578	58,9
118	476	48,5	151	582	59,3
119	479	48,8	152	585	59,6
120	482	49,1	153	588	59,9
121	485	49,4	154	591	60,3
122	488	49,8	155	594	60,6
123	491	50,1	156	597	60,9
124	494	50,4	157	600	61,2
125	498	50,8	158	604	61,6
126	501	51,0	159	607	61,9
127	504	51,4	160	610	62,2
128	507	51,7	161	613	62,5
129	511	52,1	162	617	62,9
130	514	52,4	163	620	63,2
131	517	52,7	164	623	63,5
132	520	53,0	165	627	63,9

Таблица А13
 Расчетные значения относительного удлинения δ НД
 и относительного ψ НД сужения стали ЭИ-943

НД кгс/мм ²	δ НД %	ψ НД %	НД кгс/мм ²	δ НД %	ψ НД %
I01	52,2	70,9	I36	32,5	33,1
I02	51,6	69,3	I37	32,1	32,6
I03	50,9	67,7	I38	31,7	32,1
I04	50,2	66,2	I39	31,2	31,7
I05	49,6	64,7	I40	30,8	31,3
I06	48,9	63,2	I41	30,4	30,9
I07	48,3	61,7	I42	30,0	30,5
I08	47,7	60,3	I43	29,7	30,2
I09	47,0	58,9	I44	29,3	29,9
I10	46,4	57,5	I45	28,9	29,7
I11	45,8	56,2	I46	28,6	29,4
I12	45,2	54,9	I47	28,2	29,2
I13	44,6	53,6	I48	27,9	29,1
I14	44,0	52,4	I49	27,5	29,0
I15	43,4	51,2	I50	27,2	28,9
I16	42,8	50,0	I51	26,9	28,8
I17	42,2	48,9	I52	26,6	28,8
I18	41,6	47,7	I53	26,3	28,7
I19	41,1	46,7	I54	26,0	28,8
I20	40,5	45,6	I55	25,8	28,7
I21	39,9	44,6	I56	25,5	28,6
I22	39,4	43,6	I57	25,2	28,6
I23	38,9	42,7	I58	25,0	28,6
I24	38,3	41,7	I59	24,7	28,5
I25	37,8	40,8	I60	24,5	28,5
I26	37,3	40,0	I61	24,3	
I27	36,8	39,2	I62	24,1	
I28	36,3	38,4	I63	23,9	
I29	35,8	37,6	I64	23,7	
I30	35,3	36,9	I65	23,5	
I31	34,8	36,2	I66	23,4	
I32	34,3	35,5	I67	23,2	
I33	33,9	34,9	I68	23,1	
I34	33,4	34,2	I69	22,9	
I35	33,0	33,7	I70	22,8	