

2.5. БУРИЛЬНИЙ ІНСТРУМЕНТ

2.5.1. ПРИЗНАЧЕННЯ І СКЛАДОВІ ЕЛЕМЕНТИ БУРИЛЬНОЇ КОЛОНИ

Бурильна колона призначена для виконання таких основних функцій:

передача обертового моменту від ротора до породоруйнівного інструменту;

передача нерухомому столу ротора реактивного крутного моменту, що виникає в процесі буріння з допомогою вибійних двигунів;

створення осевого навантаження на долото;

підведення промивальної рідини для очищення вибою свердловини від вибуреної породи, а також для приводу вибійних гідравлічних двигунів;

монтаж кабельних секцій струмопідведення при бурінні з допомогою електробура;

проведення СПО з метою заміни відробленого бурового долота або вибійного двигуна;

проведення спеціальних робіт у свердловині (проробка і розширення стовбура свердловини, випробування пластів, ліквідація аварій, спуск обсадних колон секціями тощо).

Бурильна колона складається з ведучої труби, бурильних і обважнених бурильних труб, які з'єднуються бурильними замками, муфтами і перехідниками. До складу бурильної колони входять також елементи компоновки (калібратори, стабілізатори, центратори та інші пристрої).

2.5.2. ТРУБИ БУРИЛЬНІ ВЕДУЧІ

Ведучі бурильні труби (ВБТ) виготовляють відповідно до норм АНІ квадратного (типу К) і шестигранного (типу Ш) перерізів (рис. 2.118).

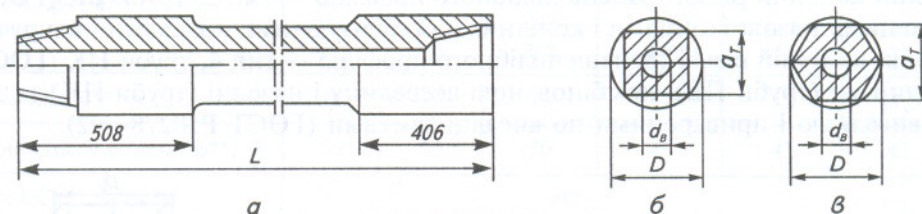


Рис. 2.118. Схема ведучої бурильної труби:

а—загальний вигляд; б—переріз труби типу К; в—переріз труби типу Ш

Ведучі бурильні труби виготовляють із високоміцних хромомолібденових сталей з термічною обробкою по всій довжині (табл. 2.134).

Таблиця 2.134

Механічні властивості сталі 45ХГМА

Параметр	Діаметр	
	до 175 мм	понад 175 мм
Тимчасовий опір руйнуванню σ_b , МПа	966	931
Границя текучості σ_r , МПа	759	690
Відносне видовження δ_s , %	13	13
Ударна в'язкість KCV, кДж/м ²	600	600
Твердість за Брінеллем, НВ	285—341	285—341

Основні параметри ВБТ з квадратним і шестигранним перерізом наведені в табл. 2.135.

Таблиця 2.135

Технічні характеристики ведучих бурильних труб

Умовне позначення труби	Сторона квадрата (відстань між гранями) a_T , мм	Діаметр труби, мм		Довжина труби, мм	Діаметр з'єднання, мм		Різьба		Маса, кг
		D	d_B		верхнього муфтового	нижнього ніпельного	верх-муфта, ліва	низ-ніпель, права	
ВБТ-63К	63	82,6	32	12190	197	86	3-152	3-73	378
ВБТ-76К	76	98,4	44	12190	197	108	3-152	3-86	477
ВБТ-89К	89	112,7	57	12190	197	121	3-152	3-102	569
ВБТ-108К	108	139,7	71	16460	197	152	3-152	3-122	1086
ВБТ-108К	108	139,7	71	16460	197	155	3-152	3-133	1090
ВБТ-133К	133	171,4	80	16460	197	178	3-152	3-147	1649
ВБТ-152К	152	196,8	80	16460	197	203	3-152	3-171	2326
ВБТ-89Ш	89	100,0	44	12190	197	108	3-152	3-86	570
ВБТ-108Ш	108	121,4	57	12190	197	121	3-152	3-102	1030
ВБТ-133Ш	133	150,0	80	16460	197	155	3-152	3-133	1365
ВБТ-152Ш	152	173,0	80	16460	197	178	3-152	3-147	1986
ВБТ-152Ш	152	173,0	80	16460	197	178	3-152	3-149	1986

2.5.3. БУРИЛЬНІ ТРУБИ

Сталеві бурильні труби (рис. 2.119) виготовляють таких конструкцій:

з висадженими всередину кінцями і накрученими замками по трубній конічній різьбі трикутного профілю — тип 1, труби В (ГОСТ 631—75);

з висадженими назовні кінцями і накрученими замками по трубній конічній різьбі трикутного профілю — тип 2, труби Н (ГОСТ 631—75);

з висадженими всередину кінцями і конічними стабілізуючими поясками і накрученими замками по трубній конічній різьбі трапецієподібного профілю — тип 3, труби ВК (ГОСТ 631—75);

з висадженими назовні кінцями і конічними стабілізуючими поясками і накрученими замками по трубній конічній різьбі трапецієподібного профілю — тип 4, труби НК (ГОСТ 631—75);

з внутрішньою (труби ПВ), комбінованою всередину і назовні (труби ПК) та зовнішньою (труби ПН) висадкою і привареними по висадці замками (ГОСТ Р50278—92).

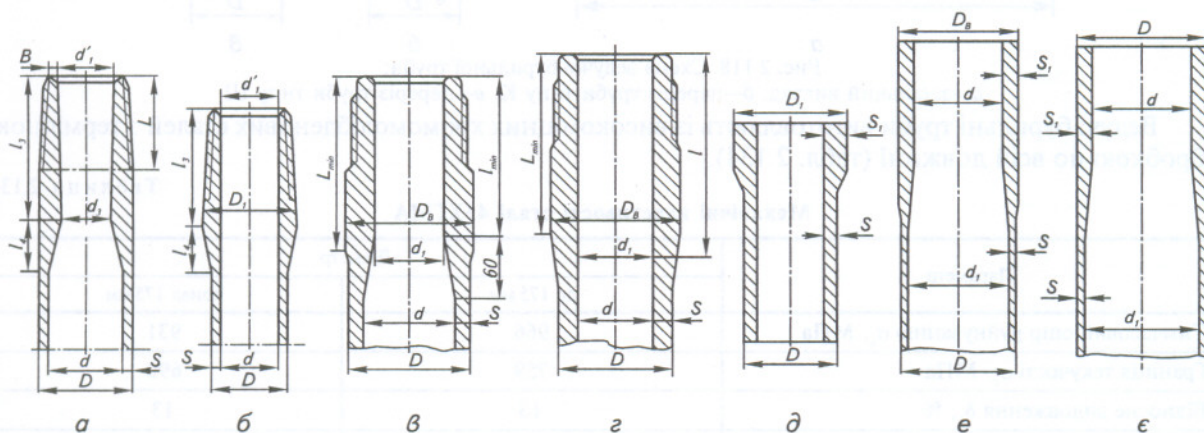


Рис. 2.119. Схеми бурильних сталевих труб:

а—тип 1, труба В; б—тип 2, труба Н; в—тип 3, труба ВК; г—тип 4, труба НК; д—труба ПН; е—труба ПК; є—труба ПВ

Бурильні труби виготовляють із сталей груп міцності Д, К, Е, Л, М та Р. Механічні властивості цих сталей наведені у табл. 2.136 і 2.137. Групи міцності Т та У введені в стандарти як перспективні.

Таблиця 2.136

Механічні властивості матеріалів буринних труб за ГОСТ 631—75 і РД 39-013—90

Параметр	Сталеві буриньні труби							Алюмінієві буриньні труби		
	Д	К	Е	Л	М	Р	Т	Д16Т	1953Т1	АК4-1Т1
Границя міцності при розтягу σ_B , МПа	637	687	735	784	882	980	1078	460	540	430
Границя текучості при розтягу σ_T , МПа	373	490	539	637	735	882	980	325	490	355
Відносне видовження δ_5 , %	16	12						12—14	6,5—8,0	8—11
Відносне звуження після розриву ψ , %	40							—	—	—
Ударна в'язкість KCV, кДж/м²	392					294		—	—	—
Модуль пружності при розтягу E, МПа	2,06·10⁵							0,706·10⁵		
Густина, кг/м³	7850							2780		

Таблиця 2.137

Механічні властивості матеріалів буринних труб за ГОСТ P50278—92 та стандартами АНІ

Параметр	Д	Е/Е-75*	Л/Х-95*	М/Г-105*	Р/С-135*	Т	У
Границя міцності при розтягу σ_B , МПа, не менше	655	689	724	792	999	1104	1241
Границя текучості при розтягу σ_T , МПа: не менше не більше	379 —	517 724	655 862	724 930	930 1138	1035 1241	1170 1379
Відносне видовження δ_5^{**} , %	16	14	14	12	12	11,5	10,0
Відносне звуження після розриву ψ^{**} , %	50	50	50	45	45	40	40
Ударна в'язкість KCV**, кДж/м ²	690					—	—
Модуль пружності при розтягу Е, МПа	2,06·10 ⁵						
Густина, кг/м ³	7850						

* В чисельнику наведена група міцності за ГОСТ P50278—92, в знаменнику — марка сталі за стандартом АНІ.

** Значення показників δ_5 , ψ , KCV внесені за ГОСТ P50278—92. За стандартами АНІ ці показники приблизно на 10—12% вищі, нормуються в залежності від площі поперечного перерізу зразка і визначаються розрахунковим методом.

Бурильні труби з висадженими всередину кінцями (В) характеризуються низькою втомною міцністю на знакозмінний згин по останній нитці трубної конічної різьби трикутного профілю з'єднання «труба—замок» (цей показник знижується в міру зростання міцності матеріалу труб), а також низькою статичною міцністю на розрив по трубній різьбі. У табл. 2.138 наведені основні характеристики труб (В), у табл. 2.139, 2.140 і 2.141 — характеристики статичної міцності, а в табл. 2.142 — границі витривалості σ_{-1} для згину з обертанням.

**Основні характеристики сталевих бурильних труб за ГОСТ 631—75
з накрученими замками за ГОСТ 5286—75**

Зовнішній діаметр труби, мм	Товщина стінки труби, мм	Внутрішній діаметр труби, мм	Площа поперечного перерізу, мм ²		Площа небезпечного перерізу, мм ²	Осьовий момент інерції поперечного перерізу, см ⁴	Осьовий момент опору перерізу, см ³		Тип замкового з'єднання	Маса 1 м труби, кг/м	Приведена маса* 1 м труби, кг/м
			тіла труби	каналу			гладкої частини труби	висадженого кінця з небезпечним перерізом			
Бурильні труби з висадженими всередину кінцями ТБВ (труби В, тип 1)											
60,3	7	46,3	1172	1684	1200	42,34	14,04	12,73	ЗН-80	9,2	10,1
	9	42,3	1450	1405	1655	49,18	16,31	15,41		11,4	12,3
73,0	7	59,0	1451	2734	1528	79,92	21,90	20,86	ЗШ-108	11,4	13,0
	7	59,0	1451	2734	1528	79,92	21,90	20,86	ЗН-95	11,4	12,7
	9	55,0	1810	2376	2344	94,48	25,89	27,58	ЗШ-108	14,2	15,8
	9	55,0	1810	2376	2344	94,48	25,89	27,58	ЗН-95	14,2	15,5
	11	51,0	2143	2043	2710	106,2	29,09	29,58	ЗШ-108	16,8	18,4
	11	51,0	2143	2043	2710	106,2	29,09	29,58	ЗН-95	16,8	18,0
89,0	7	75,0	1803	4418	2038	152,7	34,31	35,38	ЗН-108	14,2	15,8
	9	71,0	2262	3959	3113	183,2	41,18	42,77	ЗН-108	17,8	19,4
	11	67,0	2695	3526	3457	209,1	46,98	50,81	ЗН-108	21,2	22,7
101,6	7	87,6	2080	6027	2205	234,0	46,06	45,73	ЗШ-133	16,4	19,3
	8	85,6	2352	5755	2706	260,0	51,08	53,89	ЗШ-133	18,5	21,5
	9	83,6	2618	5489	3181	283,3	55,76	60,89	ЗШ-133	20,4	23,5
	10	81,6	2878	5230	3632	305,4	60,12	66,83	ЗШ-133	22,4	25,5
114,3	7	100,3	2360	7901	3225	341,0	59,67	73,69	ЗШ-146	18,5	21,7
	8	98,3	2672	7589	3774	379,5	66,40	83,25	ЗШ-146	20,9	24,2
	9	96,3	2977	7284	4299	415,7	72,73	91,55	ЗШ-146	23,3	26,0
	10	94,3	3277	6984	4798	449,7	78,68	98,72	ЗШ-146	25,7	28,3
	11	92,3	3570	6691	5039	481,6	84,26	101,90	ЗШ-146	28,0	30,6
127,0	7	113,0	2639	10029	3587	476,6	75,06	93,40	ЗУ-155	20,7	24,0
	8	111,0	2991	9677	4218	531,8	88,75	106,40	ЗУ-155	23,5	26,8
	9	109,0	3336	9331	4825	584,1	91,98	117,90	ЗУ-155	26,2	29,5
	10	107,0	3676	8992	5406	633,5	99,77	128,00	ЗУ-155	28,9	32,1
139,7	8	123,7	3310	12018	4963	720,3	103,11	141,50	ЗШ-178	26,0	31,0
	9	121,7	3695	11632	5652	792,8	113,50	156,60	ЗШ-178	29,0	34,0
	10	119,7	4075	11253	6316	861,9	123,40	170,10	ЗШ-178	32,0	37,0
	11	117,7	4448	10880	7264	927,6	132,80	187,60	ЗШ-178	35,0	39,9
168,3	9	150,3	4504	17742	7089	1433,0	170,30	242,0	ЗН-197	35,3	41,6
	9	150,3	4504	17742	7089	1433,0	170,30	242,0	ЗШ-203	35,3	41,3
	10	148,3	4973	17273	7917	1564,0	185,90	263,9	ЗН-197	39,0	45,2
	10	148,3	4973	17273	7917	1564,0	185,90	263,9	ЗШ-203	39,0	45,0
Бурильні труби з висадженими назовні кінцями ТБН (труби Н, тип 2)											
101,6	8	85,6	2352	5755	2965	259,5	51,08	68,86	ЗШ-146	18,5	21,7
	9	83,6	2618	5489	3248	283,3	55,76	74,11	ЗШ-146	20,4	23,7
	10	81,6	2878	5230	3526	305,4	60,12	79,03	ЗШ-146	22,4	25,7
114,3	8	98,3	2672	7589	3338	379,5	66,40	88,00	ЗУ-155	20,9	24,2
	9	96,3	2977	7284	3662	415,7	72,73	95,00	ЗУ-155	23,3	26,5
	10	94,3	3277	6984	3979	449,7	78,68	101,60	ЗУ-155	25,7	28,8
	11	92,3	3570	6691	4290	481,6	84,26	107,80	ЗУ-155	28,0	31,1
139,7	8	123,7	3310	12018	4561	720,3	103,10	148,70	ЗУ-185	26,0	30,4
	9	121,7	3695	11632	4963	792,8	113,50	159,00	ЗУ-185	29,0	33,3
	10	119,7	4075	11253	5359	861,9	123,40	170,10	ЗУ-185	32,0	36,2
	11	117,7	4448	10880	5748	927,6	132,80	180,10	ЗУ-185	35,0	39,1

Зовнішній діаметр труби, мм	Товщина стінки труби, мм	Внутрішній діаметр труби, мм	Площа поперечного перерізу, мм ²		Площа небезпечного перерізу, мм ²	Осьовий момент інерції поперечного перерізу, см ⁴	Осьовий момент опору перерізу, см ³		Тип замкового з'єднання	Маса 1 м труби, кг/м	Приведена маса* 1 м труби, кг/м
			тіла труби	каналу			гладкої частини труби	висадженого кінця з небезпечним перерізом			
Бурильні труби з висадженими всередину кінцями і конічними стабілізуючими поясами ТБВК (труби ВК, тип 3)											
89,0	9	71,0	2262	3959	—	183,2	41,18	—	ЗШК-118	17,8	19,7
	11	67,0	2695	3526	—	209,1	46,98	—	ЗШК-118	21,2	23,0
101,6	9	83,6	2618	5489	—	283,3	55,76	—	ЗШК-133	20,6	23,3
	10	81,6	2878	5230	—	305,4	60,12	—	ЗШК-133	22,6	25,3
114,3	9	96,3	2977	7284	—	415,7	72,73	—	ЗУК-146	23,4	26,6
	10	94,3	3277	6984	—	449,7	78,68	—	ЗУК-146	25,7	28,9
	11	92,3	3570	6691	—	481,6	84,26	—	ЗУК-146	28,0	31,1
127,0	9	109,0	3336	9331	—	584,1	91,98	—	ЗУК-155	26,2	29,5
	10	107,0	3676	8992	—	633,5	99,77	—	ЗУК-155	28,9	32,1
139,7	9	121,7	3695	11632	—	792,8	113,50	—	ЗШК-178	29,0	34,4
	10	119,7	4075	11253	—	861,9	123,40	—	ЗШК-178	32,0	37,2
	11	117,7	4448	10880	—	927,6	132,80	—	ЗШК-178	34,9	40,0
Бурильні труби з висадженими назовні кінцями і конічними стабілізуючими поясами ТБНК (труби НК, тип 4)											
73,0	9	55,0	1810	2376	—	94,48	25,89	—	ЗУК-108	14,2	15,8
	11	51,0	2143	2043	—	106,20	29,09	—	ЗУК-108	16,8	18,4
89,0	9	71,0	2262	3959	—	183,2	41,18	—	ЗУК-120	17,8	19,7
	11	67,0	2695	3526	—	209,1	46,98	—	ЗУК-120	21,2	23,0
101,6	9	83,6	2618	5489	—	283,3	55,76	—	ЗУК-146	20,4	23,5
	10	81,6	2878	5230	—	305,4	60,12	—	ЗУК-146	22,4	25,5
114,3	9	96,3	2977	7284	—	415,7	72,73	—	ЗУК-155	23,3	26,6
	10	94,3	3277	6984	—	449,7	78,68	—	ЗУК-155	25,7	28,9
	11	92,3	3570	6691	—	481,6	84,26	—	ЗУК-155	28,0	31,1

* Приведена маса 1 м труби розрахована для бурильної труби довжиною 12,0 м.

Таблиця 2.139

Граничні розтягуючі навантаження і крутні моменти для сталевих бурильних труб за ГОСТ 631—75

Зовнішній діаметр труби, мм	Товщина стінки труби, мм	Розтягуюче навантаження, що відповідає границі текучості, кН					Крутний момент, що відповідає границі текучості, кН·м				
		Д	К	Е	Л	М	Д	К	Е	Л	М
60,3	7	436,5	574,3	631,8	746,8	861,5	6,0	7,9	8,7	10,3	11,9
	9	540,2	710,7	781,8	924,0	1066,0	7,0	9,2	10,2	12,0	13,8
73,0	6	470,3	618,8	680,7	804,5	928,2	8,4	11,1	12,2	14,4	16,6
	7	540,5	711,2	782,3	924,6	1067,0	9,4	12,4	13,6	16,1	18,6
	8	608,4	800,5	880,5	1041,0	1201,0	10,3	13,6	14,9	17,7	20,4
	9	673,9	886,7	975,3	1153,0	1330,0	11,1	14,6	16,1	19,0	22,0
	11	797,9	1050,0	1154,0	1365,0	1575,0	12,5	16,5	18,1	21,4	24,7
89,0	6	582,6	766,6	843,3	996,6	1150,0	13,1	17,2	18,9	22,4	35,8
	7	671,5	883,6	972,0	1149,0	1325,0	14,8	19,4	21,4	25,2	29,1
	8	758,1	997,5	1097,0	1297,0	1496,0	16,3	21,4	23,6	27,9	32,2
	9	842,3	1108,0	1219,0	1441,0	1663,0	17,7	23,3	25,6	30,3	35,0
	11	1004,0	1321,0	1453,0	1717,0	1981,0	20,2	26,6	29,2	34,6	39,9

Зовнішній діаметр труби, мм	Товщина стінки труби, мм	Розтягуюче навантаження, що відповідає границі текучості, кН					Крутий момент, що відповідає границі текучості, кН·м				
		Д	К	Е	Л	М	Д	К	Е	Л	М
101,6	7	774,7	1019,0	1121,0	1325,0	1529,0	19,8	26,1	28,7	33,9	39,1
	8	876,0	1153,0	1268,0	1498,0	1729,0	22,0	28,9	31,8	37,6	43,4
	9	975,0	1283,0	1411,0	1668,0	1924,0	24,0	31,6	34,7	41,0	47,3
	10	1072,0	1410,0	1551,0	1833,0	2115,0	25,9	34,0	37,1	44,2	51,0
114,3	7	878,7	1156,0	1272,0	1503,0	1734,0	25,7	33,8	37,1	43,9	50,7
	8	994,9	1309,0	1440,0	1702,0	1964,0	28,6	37,6	41,3	48,8	56,4
	9	1109,0	1459,0	1605,0	1897,0	2188,0	31,3	41,2	45,3	53,5	61,8
	10	1220,0	1606,0	1766,0	2087,0	2408,0	33,8	44,5	49,0	57,9	66,8
	11	1329,0	1749,0	1924,0	2274,0	2624,0	36,2	47,7	52,4	62,0	71,5
127,0	7	982,7	1293,0	1422,0	1681,0	1940,0	32,3	42,5	46,7	55,2	63,4
	8	1114,0	1465,0	1612,0	1905,0	2198,0	38,0	47,4	52,1	61,6	71,1
	9	1242,0	1635,0	1798,0	2125,0	2452,0	39,6	52,0	57,3	67,6	78,1
	10	1369,0	1801,0	1981,0	2341,0	2702,0	42,9	56,5	62,1	73,4	84,7
139,7	8	1233,0	1622,0	1784,0	2108,0	2433,0	44,3	58,4	64,2	75,9	87,5
	9	1376,0	1811,0	1992,0	2354,0	2716,0	48,8	64,2	70,7	83,5	96,3
	10	1517,0	1997,0	2196,0	2596,0	2995,0	53,0	69,8	76,8	90,8	104,7
	11	1656,0	2179,0	2397,0	2833,0	3269,0	57,1	75,1	82,7	97,7	112,7
168,3	9	1677,0	2207,0	2428,0	2869,0	3311,0	73,2	96,4	106,0	125,3	144,6
	10	1852,0	2437,0	2681,0	3168,0	3655,0	79,9	105,2	115,7	136,7	157,7

Таблиця 2.140

Граничні внутрішній і зовнішній тиски для сталевих бурильних труб за ГОСТ 631—75

Зовнішній діаметр труби, мм	Товщина стінки труби, мм	Внутрішній тиск, МПа					Зовнішній тиск, МПа				
		Д	К	Е	Л	М	Д	К	Е	Л	М
60,3	7	75,65	99,54	109,50	129,40	149,30	72,07	94,16	103,30	121,3	139,0
	9	97,27	129,99	140,80	166,40	192,00	96,08	126,0	138,50	163,20	187,70
73,0	6	53,56	70,48	77,53	91,62	105,70	47,05	60,60	66,00	76,38	96,11
	7	62,49	82,23	90,45	106,90	123,30	57,27	74,39	81,36	94,98	108,10
	8	71,42	93,97	103,40	122,20	141,00	67,33	87,86	96,30	112,90	129,20
	9	80,35	106,70	116,30	137,40	158,60	77,30	101,10	111,00	130,50	149,70
	11	98,20	129,20	142,1	168,00	193,80	97,11	127,40	138,30	163,80	188,40
89,0	6	43,93	57,81	63,59	75,15	86,71	35,74	45,12	48,69	55,24	60,97
	7	51,26	67,44	74,19	87,68	101,20	44,38	56,96	61,94	71,43	80,32
	8	58,58	77,08	84,79	100,20	115,60	52,82	68,40	74,70	86,93	98,63
	9	65,90	86,71	95,38	112,70	130,10	61,12	79,57	97,10	101,90	116,30
	11	80,55	106,00	116,80	137,80	159,00	77,55	101,4	111,30	130,90	150,30
101,6	7	44,90	59,08	64,99	76,80	88,62	36,89	46,70	50,47	51,41	63,54
	8	51,31	67,52	74,27	87,78	101,30	44,44	57,05	62,05	71,55	80,37
	9	57,73	75,96	83,56	98,75	113,90	51,84	67,09	73,24	85,16	96,53
	10	64,14	84,40	92,84	109,70	126,60	59,14	76,90	84,15	98,34	112,10

Зовнішній діаметр труби, мм	Товщина стінки труби, мм	Внутрішній тиск, МПа					Зовнішній тиск, МПа				
		Д	К	Е	Л	М	Д	К	Е	Л	М
114,3	7	39,91	52,52	57,77	68,27	78,77	30,87	38,40	41,18	46,09	50,21
	8	45,61	60,02	66,02	78,02	90,03	37,74	47,87	51,78	59,01	65,44
	9	51,31	67,52	74,27	87,78	101,30	44,44	57,05	62,05	71,55	80,37
	10	57,02	75,02	82,52	97,53	112,50	51,03	65,98	72,01	83,67	94,77
	11	62,72	82,52	90,78	107,30	123,80	57,52	74,74	81,74	95,44	108,70
127,0	7	35,92	47,26	51,99	61,44	70,90	25,95	31,64	33,64	37,04	39,76
	8	41,05	54,02	59,42	70,22	81,02	32,26	40,32	43,30	48,69	53,25
	9	46,18	60,77	66,82	79,00	91,15	38,42	48,80	52,82	60,28	66,95
	10	51,31	67,52	74,27	87,78	101,30	44,44	57,05	62,05	71,55	80,37
139,7	8	37,32	49,11	54,02	63,84	73,66	27,69	34,02	36,28	40,20	43,38
	9	41,98	55,24	60,77	71,82	82,87	33,39	41,88	45,07	50,82	55,75
	10	46,65	61,38	67,52	79,80	92,07	38,97	48,56	53,67	61,32	68,19
	11	51,31	67,52	74,27	87,78	101,30	44,44	57,05	62,05	71,55	80,37
168,3	9	34,85	45,86	50,44	59,61	68,76	24,62	29,82	31,62	34,65	37,05
	10	38,72	50,95	56,05	66,24	76,43	36,40	36,40	38,93	43,38	47,06

Таблиця 2.141

Граничні осеві розтягуючі навантаження у клиновому захваті на бурильні труби за ГОСТ 631—75

Зовнішній діаметр труби, мм	Товщина стінки труби, мм	Границя текучості (при довжині клина 300 мм), кН					Границя текучості (при довжині клина 400 мм), кН				
		Д	К	Е	Л	М	Д	К	Е	Л	М
60,3	7	392,9	516,9	568,6	672,0	775,4	402,9	530,2	583,2	680,2	795,3
	9	488,0	642,1	706,3	834,7	963,2	500,1	658,3	723,8	855,4	987,0
73,0	6	412,7	543,0	597,3	705,9	814,5	425,7	560,2	616,2	728,2	840,3
	7	475,2	625,2	687,7	812,8	937,8	490,0	644,7	709,2	838,1	967,1
	8	535,8	705,0	775,5	916,5	1057,0	552,3	726,7	799,3	944,7	1090,0
	9	594,6	782,4	860,6	1017,0	1174,0	612,6	806,1	886,7	1048,0	1209,0
	11	706,6	929,8	1023,0	1209,0	1395,0	727,4	957,1	1052,0	1244,0	1436,0
89,0	6	496,7	653,6	719,0	849,7	980,4	515,7	678,6	746,5	882,2	1018,0
	7	573,6	754,7	830,1	981,1	1132,0	595,3	783,2	861,6	1018,0	1175,0
	8	648,7	853,6	938,8	1109,0	1280,0	672,9	885,5	974,0	1151,0	1328,0
	9	722,0	950,0	1045,0	1235,0	1425,0	748,8	985,2	1083,0	1281,0	1478,0
	11	863,5	1136,0	1250,0	1477,0	1704,0	894,7	1177,0	1295,0	1530,0	1766,0
101,6	7	647,2	851,5	936,7	1107,0	1277,0	675,0	888,1	976,9	1154,0	1332,0
	8	733,1	964,6	1061,0	1254,0	1447,0	764,3	1006,0	1106,0	1307,0	1508,0
	9	817,3	1075,0	1183,0	1398,0	1613,0	851,8	1120,0	1233,0	1457,0	1681,0
	10	900,0	1184,0	1302,0	1539,0	1776,0	937,5	1233,0	1357,0	1604,0	1850,0

Зовнішній діаметр труби, мм	Товщина стінки труби, мм	Границя текучості (при довжині клина 300 мм), кН					Границя текучості (при довжині клина 400 мм), кН				
		Д	К	Е	Л	М	Д	К	Е	Л	М
114,3	7	718,2	945,0	1039,0	1228,0	1417,0	752,6	990,2	1089,0	1287,0	1485,0
	8	814,5	1072,0	1179,0	1393,0	1608,0	853,2	1123,0	1235,0	1459,0	1684,0
	9	909,3	1196,0	1316,0	1555,0	1795,0	952,1	1252,0	1378,0	1629,0	1879,0
	10	1002,0	1319,0	1451,0	1715,0	1979,0	1049,0	1381,0	1519,0	1795,0	2071,0
	11	1094,0	1439,0	1583,0	1871,0	2159,0	1145,0	1506,0	1657,0	1958,0	2259,0
127,0	7	786,2	1034,0	1138,0	1345,0	1552,0	827,6	1089,0	1198,0	1416,0	1633,0
	8	892,5	1174,0	1292,0	1527,0	1762,0	939,1	1236,0	1359,0	1606,0	1854,0
	9	997,3	1312,0	1444,0	1706,0	1968,0	1049,0	1380,0	1518,0	1794,0	2070,0
	10	1101,0	1448,0	1593,0	1882,0	2172,0	1157,0	1523,0	1675,0	1979,0	2284,0
139,7	8	967,2	1273,0	1400,0	1684,0	1909,0	1022,0	1345,0	1480,0	1748,0	2018,0
	9	1082,0	1423,0	1566,0	1850,0	2135,0	1143,0	1504,0	1654,0	1955,0	2255,0
	10	1195,0	1572,0	1729,0	2043,0	2358,0	1262,0	1660,0	1826,0	2158,0	2490,0
	11	1306,0	1718,0	1890,0	2234,0	2578,0	1379,0	1814,0	1996,0	2360,0	2722,0
168,3	9	1259,0	1657,0	1823,0	2154,0	2486,0	1343,0	1767,0	1944,0	2297,0	2651,0
	10	1393,0	1832,0	2016,0	2382,0	2749,0	1484,0	1954,0	2149,0	2540,0	2930,0

Таблиця 2.142

Границі витривалості (згин з обертанням) σ_{-1} сталевих бурових труб

Бурові труби	Група міцності	Умовний діаметр труби, мм							
		60	73	89	102	114	127	140	168
В, Н	Д	73	73	73	67	67	67	67	64
	К	64	64	64	59	59	59	59	54
	Е	78	78	78	78	78	73	67	64
	Л	67	67	67	67	67	67	64	59
	М	59	59	59	59	59	54	49	44
ВК, НК, ПВ, ПК, ПН	Д	—	137	137	137	137	132	128	—
	К	—	137	118	108	108	98	98	—
	Е	—	147	128	110	118	108	108	—
	Л	—	128	118	108	108	98	98	—
	М	—	108	98	98	98	88	88	—

Примітки: 1. Значення границі витривалості наведено в МПа.

2. Відповідно до ГОСТ Р50278—92 для труб ПВ, ПК, ПН значення σ_{-1} має становити не менше 160 МПа. Натурні випробування показали, що ця вимога для серійних труб не виконується. «ВНИИТнефть» (м. Самара, Росія) рекомендує користуватись даними табл. 2.142.

3. Границі витривалості імпортованих (за стандартом АНІ) бурових труб можна визначати з використанням наведених даних, збільшуючи відповідні (за групою міцності і діаметром труби) σ_{-1} для труб ВК—ПН приблизно в 1,10—1,25 рази.

Бурильні труби з висадженими всередину кінцями і конічними стабілізуючими поясками (ВК) (табл. 2.138) характеризуються підвищеною у порівнянні з трубами В втомною міцністю з'єднання «труба—замок» за рахунок конічного стабілізуючого пояска, який сприймає частину навантаження при знакозмінному згині, і упорного уступу по торцю труби та розточення всередині замкових деталей, а також підвищеної статичної міцності на розрив за рахунок використання трапецієподібної різьби з'єднання «труба—замок».

Бурильні труби з висадженими назовні кінцями (Н) (табл. 2.138) характеризуються невисокою втомною міцністю на знакозмінний згин по останній нитці трубною конічної різьби.

Бурильні труби з висадженими назовні кінцями і конічними стабілізуючими поясками (НК) (табл. 2.138) характеризуються підвищеною у порівнянні з трубами Н втомною міцністю з'єднання «труба—замок».

Труби бурильні з висадженими кінцями і привареними до них замками виготовляються трьох типів:

ПК — із комбінованою висадкою кінців (всередину і назовні);

ПВ — із внутрішньою висадкою;

ПН — із зовнішньою висадкою.

Труби характеризуються високою втомною міцністю на згин зварного з'єднання через відсутність концентраторів напружень при повному видаленні внутрішніх і зовнішніх грат.

Комбінована висадка кінців труб забезпечує плавний перехід від стовщеної частини труби (висадки) до гладкої частини, а також зменшує гідравлічні втрати в бурильних трубах. Зміна коефіцієнта стовщення висадки для труб різних груп міцності забезпечує рівномірність труб по тілу і зварному шву.

У табл. 2.143 наведені основні характеристики сталевих бурильних труб із привареними замками. Міцнісні характеристики цих труб представлені в табл. 2.144, 2.145, 2.146 і 2.142.

Таблиця 2.143

Основні характеристики сталевих бурильних труб за ГОСТ Р50278—92 з привареними замками за ГОСТ 27834—95

Умовне позначення труби	Група міцності	Зовнішній діаметр труби, мм	Товщина стінки труби, мм	Внутрішній діаметр труби, мм	Площа поперечного перерізу, мм²		Осьовий момент		Тип замкового з'єднання	Маса 1 м труби, кг/м	Приведена маса* 1 м труби, кг/м
					тіла труби	каналу	інерції поперечного перерізу, см⁴	опору перерізу, см³			
Бурильні труби з внутрішньою висадкою ТБПВ (труби ПВ)											
ПВ 73×9	Д; Е	73,0	9,2	54,6	1844	2341	95,77	26,24	ЗП-95-32	14,46	16,40
ПВ 89×9	Д; Е	88,9	9,4	70,1	2348	3860	188,1	42,31	ЗП-108-44	18,34	20,90
ПВ 89×11	Д; Е	88,9	11,4	66,1	2776	3432	212,9	47,90	ЗП-108-41	21,79	24,38
ПВ 102×8	Д; Е	101,6	8,4	84,8	2460	5648	269,2	53,00	ЗП-133-71	19,27	22,56
Бурильні труби з комбінованою висадкою ТБПК (труби ПК)											
ПК 114×9	Д; Е	114,3	8,6	97,1	2856	7405	401,5	70,25	ЗП-159-83	22,32	27,37
ПК 114×11	Д; Е	114,3	10,9	92,5	3541	6720	478,5	83,72	ЗП-159-76	27,84	33,19
ПК 127×9	Д; Е	127,0	9,2	108,6	3405	9263	594,2	93,57	ЗП-162-95	26,70	31,22
ПК 127×13	Д; Е	127,0	12,7	101,6	4560	8107	753,9	118,7	ЗП-162-89	35,80	40,60
ПК 140×9	Д; Е	139,7	9,2	121,3	3772	11556	806,9	115,5	ЗП-178-102	29,52	35,53
ПК 140×11	Д; Е	139,7	10,5	118,7	4262	11068	895,1	128,2	ЗП-178-102	33,57	39,53

Умовне позначення труби	Група міцності	Зовнішній діаметр труби, мм	Товщина стінки труби, мм	Внутрішній діаметр труби, мм	Площа поперечного перерізу, мм²		Осьовий момент		Тип замкового з'єднання	Маса 1 м труби, кг/м	Приведена маса* 1 м труби, кг/м
					тіла труби	каналу	інерції поперечного перерізу, см⁴	опору перерізу, см³			
Бурильні труби із зовнішньою висадкою ТБПН (труби ПН)											
ПН 60×7	Д; Е	60,3	7,1	46,1	1187	1669	42,73	14,17	ЗП-86-44	9,33	10,54
ПН 73×9	Д; Е	73,0	9,2	54,6	1844	2341	95,77	26,24	ЗП-105-54	14,46	16,41
ПН 89×9	Д; Е	88,9	9,4	70,1	2348	3860	188,1	42,31	ЗП-121-68	18,34	21,08
ПН 89×11	Д; Е	88,9	11,4	66,1	2776	3432	212,9	47,90	ЗП-127-65	21,79	25,03
ПН 102×8	Д; Е	101,6	8,4	84,8	2460	5648	269,2	53,00	ЗП-152-83	19,27	23,75
ПН 114×9	Д; Е	114,3	8,6	97,1	2856	7405	401,5	70,25	ЗП-162-95	22,32	26,75
ПН 114×11	Д; Е	114,3	10,9	92,5	3541	6720	478,5	83,72	ЗП-162-92	27,84	32,40
ПН 127×9	Д; Е	127,0	9,2	108,6	3405	9263	594,2	93,57	ЗП-178-102	26,70	32,98
ПН 127×13	Д; Е	127,0	12,7	101,6	4560	8107	753,9	118,7	ЗП-178-102	35,80	42,05
Бурильні труби із внутрішньою висадкою ТБПВ (труби ПВ)											
ПВ 102×8	Л	101,6	8,4	84,8	2460	5648	269,2	53,00	ЗП-133-68	19,27	22,88
ПВ 102×8	М	101,6	8,4	84,8	2460	5648	269,2	53,00	ЗП-140-62	19,27	23,55
ПВ 102×8	Р	101,6	8,4	84,8	2460	5648	269,2	53,00	ЗП-140-51	19,27	24,04
Бурильні труби із комбінованою висадкою ТБПК (труби ПК)											
ПК 114×9	Л; М	114,3	8,6	97,1	2856	7405	401,5	70,25	ЗП-159-76	22,32	27,74
ПК 114×9	Р	114,3	8,6	97,1	2856	7405	401,5	70,25	ЗП-159-70	22,32	28,36
ПК 114×11	Л	114,3	10,9	92,5	3541	6720	478,5	83,72	ЗП-159-70	27,84	33,73
ПК 114×11	М	114,3	10,9	92,5	3541	6720	478,5	83,72	ЗП-159-63	27,84	34,10
ПК 114×11	Р	114,3	10,9	92,5	3541	6720	478,5	83,72	ЗП-159-57	27,84	34,42
ПК 127×9	Л	127,0	9,2	108,6	3405	9263	594,2	93,57	ЗП-162-89	26,70	31,94
ПК 127×9	М	127,0	9,2	108,6	3405	9263	594,2	93,57	ЗП-165-83	26,70	32,78
ПК 127×9	Р	127,0	9,2	108,6	3405	9263	594,2	93,57	ЗП-168-70	26,70	33,47
ПК 127×13	Л	127,0	12,7	101,6	4560	8107	753,9	118,7	ЗП-165-76	35,80	41,84
ПК 127×13	М	127,0	12,7	101,6	4560	8107	753,9	118,7	ЗП-168-70	35,80	42,47
ПК 127×13	Р	127,0	12,7	101,6	4560	8107	753,9	118,7	ЗП-181-83	35,80	43,62
ПК 140×9	Л	139,7	9,2	121,3	3772	11556	806,9	115,6	ЗП-178-95	29,52	36,10
ПК 140×9	М	139,7	9,2	121,3	3772	11556	806,9	115,6	ЗП-184-89	29,52	37,13
ПК 140×9	Р	139,7	9,2	121,3	3772	11556	806,9	115,6	ЗП-190-76	29,52	38,77
ПК 140×11	Л; М	139,7	10,5	118,7	4262	11066	895,1	128,2	ЗП-184-89	33,57	41,09
ПК 140×11	Р	139,7	10,5	118,7	4262	11066	895,1	128,2	ЗП-190-76	33,57	42,73

Умовне позначення труби	Група міцності	Зовнішній діаметр труби, мм	Товщина стінки труби, мм	Внутрішній діаметр труби, мм	Площа поперечного перерізу, мм²		Осьовий момент		Тип замкового з'єднання	Маса 1 м труби, кг/м	Приведена маса* 1 м труби, кг/м
					тіла труби	каналу	інерції поперечного перерізу, см⁴	опору перерізу, см³			
Бурильні труби із зовнішньою висадкою ТБПН (труби ПН)											
ПН 60×7	Л; М	60,3	7,1	46,1	1187	1669	42,73	14,17	ЗП-86-44	9,33	10,57
ПН 73×9	Л; М	73,0	9,2	54,6	1844	2341	95,77	26,24	ЗП-105-51	14,46	16,58
ПН 73×9	Р	73,0	9,2	54,6	1844	2341	95,77	26,24	ЗП-111-41	14,46	17,18
ПН 89×9	Л	88,9	9,4	70,1	2348	3860	188,1	42,31	ЗП-127-65	18,34	21,73
ПН 89×9	М	88,9	9,4	70,1	2348	3860	188,1	42,31	ЗП-127-62	18,34	21,90
ПН 89×9	Р	88,9	9,4	70,1	2348	3860	188,1	42,31	ЗП-127-54	18,34	22,27
ПН 89×11	Л	88,9	11,4	66,1	2776	3432	212,9	47,90	ЗП-127-62	21,79	25,28
ПН 89×11	М	88,9	11,4	66,1	2776	3432	212,9	47,90	ЗП-127-54	21,79	25,65
ПН 89×11	Р	88,9	11,4	66,1	2776	3432	212,9	47,90	ЗП-127-57	21,79	26,14
ПН 102×8	Л; М	101,6	8,4	84,6	2460	5648	269,2	53,00	ЗП-152-83	19,27	23,88
ПН 102×8	Р	101,6	8,4	84,6	2460	5648	269,2	53,00	ЗП-152-76	19,27	24,30
ПН 114×9	Л; М	114,3	8,6	97,1	2856	7405	401,5	70,25	ЗП-162-95	22,32	26,90
ПН 114×9	Р	114,3	8,6	97,1	2856	7405	401,5	70,25	ЗП-162-89	22,32	27,36
ПН 114×11	Л; М	114,3	10,9	92,5	3541	6720	478,5	83,72	ЗП-162-89	27,84	32,77
ПН 114×11	Р	114,3	10,9	92,5	3541	6720	478,5	83,72	ЗП-168-76	27,84	34,08
ПН 127×9	Л	127,0	9,2	108,6	3405	9263	594,2	93,57	ЗП-178-102	26,70	33,00
ПН 127×13	Л	127,0	12,7	101,6	4560	8107	753,9	118,7	ЗП-178-95	35,80	43,00

* Приведена маса 1 м труби розрахована для бурильних труб довжиною 12,5 м.

Таблиця 2.144

Граничні розтягуючі навантаження і крутні моменти для сталевих бурильних труб за ГОСТ Р50278—92

Зовнішній діаметр труби, мм	Товщина стінки труби, мм	Розтягуюче навантаження, що відповідає границі текучості, кН					Крутний момент, що відповідає границі текучості, кН·м				
		Д	Е	Л	М	Р	Д	Е	Л	М	Р
60,3	7,1	450	613	777	859	—	6,2	8,5	10,7	11,8	—
73,0	9,2	700	953	1208	1335	1715	11,5	15,7	19,8	21,9	28,2
88,9	9,4	890	1214	1538	1700	2183	18,5	25,2	32,0	35,4	45,4
	11,4	1052	1435	1818	2010	2580	21,0	28,6	36,2	40,0	51,4
101,6	8,4	932	1272	1610	1780	2287	23,2	31,6	40,1	44,3	56,9
114,3	8,6	1082	1476	1870	2070	2656	30,7	41,9	53,1	58,7	75,4
	10,9	1342	1830	2320	2564	3293	36,6	50,0	63,3	70,0	89,9
127,0	9,2	1290	1760	2230	2465	3166	40,9	55,8	70,7	78,2	100,4
	12,7	1728	2358	2987	3300	4240	51,9	70,8	89,7	99,2	127,4
139,7	9,2	1430	1950	2470	2730	3508	50,5	68,9	87,3	96,5	124,0
	10,5	1615	2203	2792	3086	3964	56,1	76,5	96,9	107,1	137,5

Граничні внутрішній та зовнішній тиски для сталевих бурильних труб за ГОСТ P50278—92

Зовнішній діаметр труби, мм	Товщина стінки труби, мм	Внутрішній тиск, МПа					Зовнішній тиск, МПа				
		Д	Е	Л	М	Р	Д	Е	Л	М	Р
60,3	7,1	78,20	106,50	135,00	149,20	—	74,65	100,90	126,80	139,50	—
73,0	9,2	83,78	114,00	144,50	159,70	205,30	80,83	109,40	137,70	151,60	192,70
88,9	9,4	70,24	95,65	121,30	134,00	172,30	65,73	88,50	110,90	121,60	153,00
	11,4	85,15	116,10	147,20	163,50	209,00	82,40	111,60	140,60	154,80	196,90
101,6	8,4	54,94	74,75	94,76	104,80	134,70	48,27	64,16	78,97	85,84	104,60
114,3	8,6	50,03	68,08	88,33	95,35	122,60	42,48	55,92	68,08	73,58	87,90
	10,9	63,37	86,23	109,40	120,90	155,40	58,00	77,70	96,73	105,90	131,70
127,0	9,2	48,17	65,53	83,09	91,82	118,00	40,32	52,78	63,96	68,96	81,52
	12,7	66,41	90,45	114,70	126,70	162,90	61,41	82,60	103,10	113,00	141,40
139,7	9,2	43,75	59,55	75,54	83,48	107,30	34,92	45,32	53,96	57,68	66,71
	10,5	49,93	68,00	86,23	95,26	122,40	42,48	55,92	68,00	73,48	87,70

Таблиця 2.146

Граничні осьові розтягуючі навантаження в клиновому захваті на бурильні труби за ГОСТ P50278—92 та стандартами АНІ

Зовнішній діаметр труби, мм	Товщина стінки труби, мм	Границя текучості (при довжині клина 300 мм), кН					Границя текучості (при довжині клина 400 мм), кН				
		Д/—*	Е/Е-75*	Л/Х-95*	М/Г-105*	Р/С-135*	Д/—*	Е/Е-75*	Л/Х-95*	М/Г-105*	Р/С-135*
60,3	7,11	406,1	552,4	700,2	773,6	994,7	416,9	566,5	718,1	793,3	1020
73,0	5,51	—	529	670,5	740,8	952,6	—	545,8	691,8	764,3	982,9
	7,82	—	728,1	922,9	1020	1311	—	750,6	951,4	1051	1352
	9,19	617	839,8	1065	1176	1512	635,7	865,2	1097	1212	1558
88,9	6,45	—	736,4	933,4	1031	1326	—	764,4	968,9	1070	1377
	9,35	761,3	1035	1312	1450	1864	788,7	1073	1361	1503	1933
	11,4	907,4	1234	1564	1728	2223	939,8	1279	1621	1791	2303
101,6	8,38	780	1061	1345	1486	1911	813,2	1106	1402	1549	1992
114,3	6,88	—	979,8	1242	1372	1764	—	1027	1302	1438	1849
	8,56	884,9	1204	1526	1685	2167	926,1	1260	1598	1765	2270
	10,92	1108	1507	1910	2111	2714	1160	1577	1999	2208	2840
127	7,52	—	1167	1480	1635	2102	—	1229	1557	1720	2212
	9,19	1037	1411	1788	1975	2540	1091	1484	1881	2078	2672
	12,7	1398	1902	2411	2664	3426	1469	1998	2533	2798	3599
139,7	7,72	—	1297	1644	1816	2335	—	1371	1737	1919	2468
	9,17	1123	1527	1935	2138	2750	1186	1613	2045	2259	2905
	10,54	1279	1741	2206	2437	3134	1351	1838	2330	2574	3310
152,4	8,23	—	1481	1877	2073	2666	—	1571	1992	2200	2829
	9,65	—	1723	2184	2413	3102	—	1828	2316	2559	3291
168,3	8,38	—	1631	2067	2284	2937	—	1740	2205	2436	3133

* В чисельнику наведена група міцності за ГОСТ P50278—92, в знаменнику — марка сталі за стандартом АНІ.

За стандартами АНІ бурильні труби виготовляють суцільнотягнутими з висадкою всередину (IU), назовні (EU) або назовні і всередину (IEU). Їх виробляють трьох типів: довжиною 5,5—6,7 м (тип 1); 8,2—9,1 м (тип 2) та 11,5—13,7 м (тип 3). Використовують сталі груп міцності: E-75, X-95, G-105 та S-135. Труби цих груп міцності виготовляють із зовнішніми діаметрами від 60,3 до 168,3 мм.

У залежності від ступеня зносу АНІ поділяє бурильні труби на три класи:

I клас — нові бурильні труби або труби підвищеної якості, які мають рівномірний знос і мінімальну товщину стінки, що дорівнює 0,8 номінальної. На практиці, якщо бурильна труба хоча один раз була у свердловині, вона понижується в класі.

II клас — бурильні труби з мінімальною товщиною на ділянці одностороннього зносу, що дорівнює 0,65 номінальної.

III клас — бурильні труби з мінімальною товщиною на ділянці одностороннього зносу, що дорівнює 0,55 номінальної.

Основні характеристики бурильних труб за стандартом АНІ наведені в табл. 2.147, а міцнісні — в табл. 2.148, 2.149, 2.146 і 2.142.

Таблиця 2.147

Основні характеристики бурильних труб за стандартом АНІ

Зовнішній діаметр труби, мм	Товщина стінки труби, мм	Внутрішній діаметр труби, мм	Площа поперечного перерізу, мм ²		Осьовий момент		Тип висадки	Група міцності	Замкове з'єднання			Маса 1 м труби, кг/м	Приведена маса 1 м труби, кг/м
			тіла труби	каналу	інерції перерізу, см ⁴	опору перерізу, см ³			тип	зовнішній діаметр, мм	внутрішній діаметр, мм		
60,3	7,11	46,1	1189	1668	42,77	14,19	EU	E-75	NC 26(2 3/8 IF)	85,7	44,4	9,91	10,4
							EU	X-95	NC 26(2 3/8 IF)	85,7	44,4	9,91	10,4
							EU	G-105	NC 26(2 3/8 IF)	85,7	44,4	9,91	10,4
73,0	5,51	62,0	1189	3017	66,96	18,35	EU	E-75	NC 31(2 7/8 IF)	104,8	54,0	10,2	10,9
							EU*	X-95	NC 31(2 7/8 IF)	104,8	54,0	10,2	11,6
							EU*	G-105	NC 31(2 7/8 IF)	104,8	54,0	10,2	11,6
	7,82	57,4	1602	2584	82,26	23,63	EU**	E-75	NC 26(2 3/8 IF)	85,7	44,5	12,8	13,8
							EU**	E-75	NC 31(2 7/8 IF)	104,8	54,0	12,8	14,5
							EU**	X-95	NC 26(2 3/8 IF)	85,7	44,5	12,8	13,9
							EU**	X-95	NC 31(2 7/8 IF)	104,8	54,0	12,8	14,6
							EU**	G-105	NC 26(2 3/8 IF)	85,7	44,5	12,8	13,9
							EU**	G-105	NC 31(2 7/8 IF)	104,8	54,0	12,8	14,6
	9,19	54,6	1844	2343	95,71	26,22	EU	E-75	NC 31(2 7/8 IF)	104,8	54,0	15,4	16,1
							EU	X-95	NC 31(2 7/8 IF)	104,8	50,5	15,4	16,2
							EU	G-105	NC 31(2 7/8 IF)	104,8	50,5	15,4	16,2
							EU	S-135	NC 31(2 7/8 IF)	111,1	41,3	15,4	16,7
88,9	6,45	76,0	1671	4536	143,36	32,13	EU	E-75	NC 38	120,7	76,2	14,2	15,3
							EU*	X-95	NC 38(3 1/2 IF)	120,7	68,3	14,2	15,5
							EU*	G-105	NC 38(3 1/2 IF)	120,7	68,3	14,2	15,5
							EU*	S-135	NC 38(3 1/2 IF)	120,7	68,3	14,2	15,5
	9,35	70,2	2336	3870	188,09	42,16	EU	E-75	NC 38(3 1/2 IF)	120,7	68,3	19,8	20,6
							EU	X-95	NC 38(3 1/2 IF)	127,0	65,1	19,8	21,3
							EU	G-105	NC 38(3 1/2 IF)	127,0	61,9	19,8	21,4
							EU	S-135	NC 38(3 1/2 IF)	127,0	54,0	19,8	21,5
							EU	S-135	NC 40(4 FH)	136,0	61,9	19,8	22,3
							EU	S-135	NC 40(4 FH)	136,0	61,9	19,8	22,3
	11,40	66,1	2777	3432	219,71	47,90	EU	E-75	NC 38(3 1/2 IF)	127,0	65,1	23,1	24,5
							EU	X-95	NC 38(3 1/2 IF)	127,0	61,9	23,1	24,6
							EU	G-105	NC 38(3 1/2 IF)	127,0	54,0	23,1	24,7
							EU	S-135	NC 40(4 FH)	139,7	57,2	23,1	26,0

Зовнішній діаметр труби, мм	Товщина стінки труби, мм	Внутрішній діаметр труби, мм	Площа поперечного перерізу, мм²		Осьовий момент		Тип висадки	Група міцності	Замкове з'єднання			Маса 1 м труби, кг/м	Приведена маса 1 м труби, кг/м
			тіла труби	каналу	інерції перерізу, см⁴	опору перерізу, см³			тип	зовнішній діаметр, мм	внутрішній діаметр, мм		
101,6	8,38	84,8	2455	5653	268,74	52,90	IU	E-75	NC 40(4 FH)	133,4	71,4	20,9	22,5
							EU	E-75	NC 46(4 IF)	152,4	82,6	20,9	23,8
							IU	X-95	NC 40(4 FH)	133,4	68,3	20,9	22,6
							EU	X-95	NC 46(4 IF)	152,4	82,6	20,9	23,7
							IU	G-105	NC 40(4 FH)	139,7	61,9	20,9	23,3
							EU	G-105	NC 46(4 IF)	152,4	82,6	20,9	23,7
							IU	S-135	NC 40(4 FH)	139,7	50,8	20,9	23,6
							EU	S-135	NC 46(4 IF)	152,4	76,2	20,9	23,9
114,3	6,88	100,5	2323	7939	336,26	58,84	IU*	E-75	NC 46(4 IF)	152,4	85,7	20,5	23,3
							EU*	E-75	NC 50(4 1/2 IF)	158,8	98,4	20,5	23,0
	8,56	97,2	2843	7417	400,03	70,00	IU	E-75	4 1/2 FH	152,4	72,6	24,7	27,0
							EU	E-75	NC 50(4 1/2 IF)	161,9	95,3	24,7	27,0
							IEU*	E-75	NC 46(4 IF)	158,8	82,6	24,7	27,4
							IEU*	E-75	4 1/2 FH	152,4	76,2	24,7	27,2
							IU	X-95	4 1/2 FH	152,4	76,2	24,7	27,2
							EU	X-95	NC 50(4 1/2 IF)	161,9	95,3	24,7	27,0
							IEU*	X-95	NC 46(4 IF)	158,8	76,2	24,7	27,6
							IEU*	X-95	4 1/2 FH	152,4	76,2	24,7	27,2
							IU	G-105	4 1/2 FH	152,4	76,2	24,7	27,2
							EU	G-105	NC 50(4 1/2 IF)	161,9	95,3	24,7	27,0
							IEU*	G-105	NC 46(4 IF)	158,8	76,2	24,7	27,6
							IEU*	G-105	4 1/2 FH	152,4	76,2	24,7	27,2
							IU	S-135	4 1/2 FH	158,8	63,5	24,7	27,8
							EU	S-135	NC 50(4 1/2 IF)	161,9	88,9	24,7	27,3
							IEU*	S-135	NC 46(4 IF)	158,8	69,9	24,7	27,6
							IEU*	S-135	4 1/2 FH	158,8	63,5	24,7	27,8
	10,92	92,5	3547	6714	479,08	83,83	EU	E-75	NC 50(4 1/2 IF)	161,9	92,1	29,8	32,7
							IEU	E-75	4 1/2 FH	152,4	76,2	29,8	32,4
							IEU*	E-75	NC 46(4 IF)	158,8	76,2	29,8	33,0
							EU	X-95	NC 50(4 1/2 IF)	161,9	88,9	29,8	34,4
							IEU	X-95	4 1/2 FH	152,4	63,5	29,8	32,3
							IEU*	X-95	NC 46(4 IF)	158,8	69,9	29,8	33,1
							EU	G-105	NC 50(4 1/2 IF)	161,9	88,9	29,8	34,4
							IEU	G-105	4 1/2 FH	152,4	63,5	29,8	32,3
							IEU*	G-105	NC 46(4 IF)	158,8	63,5	29,8	33,4
							EU	S-135	NC 50(4 1/2 IF)	168,3	76,2	29,8	33,4
							IEU*	S-135	NC 46(4 IF)	158,8	57,2	29,8	33,6
127,0	7,72	112,0	2822	9845	505,68	79,64	IEU**	E-75	NC 50(4 1/2 IF)	161,9	95,3	24,2	27,5
							IEU**	X-95	NC 50(4 1/2 IF)	161,9	95,3	24,2	27,8
							IEU**	G-105	NC 50(4 1/2 IF)	161,9	95,3	24,2	27,8
							IEU**	S-135	NC 50(4 1/2 IF)	161,9	88,9	24,2	28,5
	9,19	108,6	3403	9266	593,68	93,49	IEU	E-75	5 1/2 FH	177,8	95,3	29,0	33,4
							IEU*	E-75	NC 50(4 1/2 IF)	161,9	95,3	29,0	31,3
							IEU	X-95	5 1/2 FH	177,8	95,3	29,0	33,5
							IEU*	X-95	NC 50(4 1/2 IF)	161,9	88,9	29,0	31,4
							IEU	G-105	5 1/2 FH	177,8	95,3	29,0	33,5
							IEU*	G-105	NC 50(4 1/2 IF)	165,1	82,6	29,0	32,0
							IEU	S-135	5 1/2 FH	184,2	88,9	29,0	34,6
							IEU*	S-135	NC 50(4 1/2 IF)	168,3	69,9	29,0	32,9
	12,70	101,6	4560	8107	753,93	118,73	IEU	E-75	5 1/2 FH	177,8	88,9	38,1	42,5
							IEU*	E-75	NC 50(4 1/2 IF)	161,9	88,9	38,1	40,2
							IEU	X-95	5 1/2 FH	177,8	88,9	38,1	42,6
							IEU*	X-95	NC 50(4 1/2 IF)	165,1	76,2	38,1	42,2
							IEU	G-105	5 1/2 FH	184,2	88,9	38,1	43,2
							IEU*	G-105	NC 50(4 1/2 IF)	168,3	69,9	38,1	41,9
							IEU	S-135	5 1/2 FH	184,2	82,6	38,1	43,5

Зовнішній діаметр труби, мм	Товщина стінки труби, мм	Внутрішній діаметр труби, мм	Площа поперечного перерізу, мм²		Осьовий момент		Тип висадки	Група міцності	Замкове з'єднання			Маса 1 м труби, кг/м	Приведена маса 1 м труби, кг/м
			тіла труби	каналу	інерції перерізу, см⁴	опору перерізу, см³			тип	зовнішній діаметр, мм	внутрішній діаметр, мм		
139,7	7,72	124,3	3202	12127	699,33	100,12	IEU**	E-75	5 1/2 FH	177,8	101,6	28,6	31,9
							IEU**	X-95	5 1/2 FH	177,8	101,6	28,6	32,1
							IEU**	G-105	5 1/2 FH	177,8	101,6	28,6	32,1
							IEU**	S-135	5 1/2 FH	177,8	101,6	28,6	32,1
	9,17	121,4	3740	11568	804,82	115,22	IEU	E-75	5 1/2 FH	177,8	101,6	32,6	35,7
							IEU*	E-75	5 1/2 FH	187,3	119,1	32,6	36,1
							IEU	X-95	5 1/2 FH	177,8	95,3	32,6	36,1
							IEU	G-105	5 1/2 FH	184,2	88,9	32,6	37,2
							IEU*	G-105	5 1/2 FH	177,8	101,6	32,6	35,7
							IEU*	G-105	5 1/2 FH	187,3	119,1	32,6	36,4
							IEU	S-135	5 1/2 FH	190,5	76,2	32,6	38,5
	10,54	118,6	4277	11051	897,77	128,53	IEU	E-75	5 1/2 FH	177,8	101,6	36,8	40,0
							IEU	X-95	5 1/2 FH	184,2	88,9	36,8	41,5
							IEU	G-105	5 1/2 FH	184,2	88,9	36,8	41,5
							IEU	S-135	5 1/2 FH	190,5	76,2	36,8	42,8
152,4	8,23	135,9	3227	14514	971,62	127,51	IEU**	E-75	5 1/2 IH	187,3	122,2	32,8	35,7
							IEU**	X-95	5 1/2 IH	187,3	122,2	32,8	36,0
							IEU**	G-105	5 1/2 IH	187,3	122,2	32,8	36,0
							IEU**	S-135	5 1/2 IH	187,3	122,2	32,8	36,0
	9,65	133,1	4328	13914	1107,38	145,33	IEU**	E-75	5 1/2 IH	187,3	122,2	37,2	40,0
							IEU**	X-95	5 1/2 IH	187,3	122,2	37,2	40,2
							IEU**	G-105	5 1/2 IH	187,3	122,2	37,2	40,2
							IEU**	S-135	5 1/2 IH	187,3	119,1	37,2	40,2
168,3	8,38	151,5	4210	18036	1349,59	160,38	IEU	E-75	6 5/8 FH	203,2	127,0	37,5	41,9
							IEU**	X-95	6 5/8 FH	203,2	127,0	37,5	42,5
							IEU**	G-105	6 5/8 FH	203,2	127,0	37,5	42,5
							IEU**	S-135	6 5/8 FH	203,2	127,0	37,5	42,5

* Труба має часткові (група міцності, товщина стінки або тип замка) відмінності від стандарту АНІ.

** Труби цього типорозміру не наведені в стандарті АНІ «API RP 76».

Таблиця 2.148

Граничні розтягуючі навантаження і крутні моменти для бурових труб за стандартом АНІ

Зовнішній діаметр труби, мм	Товщина стінки труби, мм	Розтягуюче навантаження, що відповідає границі текучості, кН				Крутний момент, що відповідає границі текучості, кН·м			
		E-75	X-95	G-105	S-135	E-75	X-95	G-105	S-135
60,3	7,11	613,6	777,8	859,3	1105	8,5	10,7	11,8	15,2
73,0	5,51	603,4	764,8	844,9	1087	10,9	13,9	15,3	19,7
	7,82	827,0	1048	1158	1489	14,1	17,9	19,7	25,4
	9,19	951,5	1206	1332	1713	15,6	19,8	21,9	28,2
88,9	6,45	862,9	1094	1208	1554	19,2	24,3	26,8	34,5
	9,35	1207	1530	1690	2173	25,1	31,9	35,2	45,3
	11,40	1433	1817	2007	2581	28,6	36,2	40,0	51,4
101,6	8,38	1267	1607	1775	2282	31,5	40,0	44,2	56,8
114,3	6,88	1199	1520	1679	2159	35,1	44,5	49,1	63,2
	8,56	1469	1862	2057	2645	41,7	52,9	58,5	75,2
	10,92	1832	2322	2565	3298	50,0	63,4	70,0	90,0

Зовнішній діаметр труби, мм	Товщина стінки труби, мм	Розтягуюче навантаження, що відповідає границі текучості, кН				Крутний момент, що відповідає границі текучості, кН·м			
		E-75	X-95	G-105	S-135	E-75	X-95	G-105	S-135
127,0	7,52	1458	1848	2042	2625	47,5	60,2	66,5	85,5
	9,19	1757	2227	2460	3163	55,8	70,7	78,1	100,4
	12,70	2355	2985	3298	4241	70,8	89,7	99,2	127,5
139,7	7,72	1653	2095	2315	2977	59,7	75,7	83,6	107,5
	9,17	1942	2462	2720	3497	68,7	87,1	96,2	123,7
	10,54	2209	2800	3093	3977	76,6	97,2	107,3	138,0
152,4	8,23	1925	2440	2696	3767	76,0	96,4	106,5	136,9
	9,65	2235	2833	3130	4025	86,7	109,9	121,4	156,1
168,3	8,38	2174	2756	3045	3916	95,6	121,2	133,9	172,2

Таблиця 2.149

Граничні зовнішній і внутрішній тиски для бурильних труб за стандартом АНІ

Зовнішній діаметр труби, мм	Товщина стінки труби, мм	Внутрішній тиск, МПа				Зовнішній тиск, МПа			
		E-75	X-95	G-105	S-135	E-75	X-95	G-105	S-135
60,3	7,11	106,7	135,1	149,3	191,9*	107,6	136,2	150,6	176,9*
73,0	5,51	68,3	86,5	95,6	122,9*	72,2	89,1	96,6	88,4*
	7,82	96,9	122,8	135,6	174,5	98,9	125,3	138,5	178,0
	9,19	114,0	144,3	159,5	205,1	113,8	144,2	159,3	204,9
88,9	6,45	65,6	83,2	92,0	118,2	69,2	83,2	90,0	108,8
	9,35	95,1	120,5	133,2	171,3	97,3	123,3	136,2	175,1
	11,40	116,1	147,1	162,5	209,0	115,6	146,5	161,9	208,2
101,6	8,38	74,7	94,6	104,5	134,4	78,3	99,1	109,6	139,1
114,3	6,88	54,5	69,0*	76,2*	98,0*	49,6	45,3*	48,0*	54,2*
	8,56	67,8	85,8	94,9	122,0	71,6	87,9	95,3	115,8
	10,92	86,5	109,6	121,1	155,7	89,4	113,2	125,1	160,9
127,0	7,52	53,6	67,8	75,0	96,5	48,1	55,8	59,4	68,0
	9,19	65,5	83,0	91,7	117,9	68,9	82,8	89,6	108,2
	12,70	90,5	114,6	126,7	162,9	93,1	117,9	130,3	167,5
139,7	7,72	50,0	63,4	70,1	90,0	41,9	47,8	50,3	56,0
	9,17	59,4	75,2	83,2	106,9	58,2	68,9	74,0	87,6
	10,54	68,3	86,5	95,6	122,9	72,1	89,1	96,5	117,6
152,4	8,23	48,8	61,9	68,4	87,9	39,8	44,4	47,5	52,1
	9,65	57,3	72,6	80,2	103,2	54,5	64,2	68,7	80,5
168,3	8,38	45,1	57,1	63,1	81,2	33,2	36,6	37,9	41,6

* Граничні зовнішній і внутрішній тиски наведені за розрахунками «ВНИИТнефть» у зв'язку з відсутністю цих даних у стандартах АНІ.

Алюмінієві бурильні труби (рис. 2.120) виготовляються таких конструкцій:

ТБ — із внутрішніми кінцевими стовщеннями і накрученими сталевими замками по конічній різьбі трикутного профілю (ГОСТ 23786—79);

ТБП — із внутрішніми кінцевими стовщеннями, протекторним стовщенням і накрученими сталевими замками по конічній різьбі трикутного профілю (ГОСТ 23786—79);

АБТбзк — беззамкової конструкції із внутрішніми кінцевими стовщеннями (ТУ 1-2-365—81).

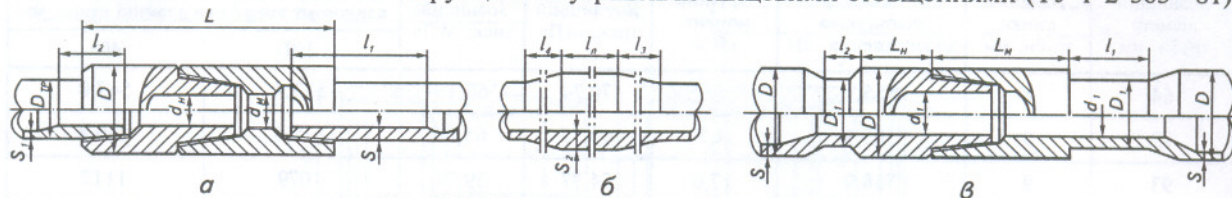


Рис. 2.120. Схеми алюмінієвих бурильних труб:
а—ТБ; б—ТБП; в—АБТбзк

Алюмінієві бурильні труби виготовляють із сплаву Д16Т (табл. 2.136). Їх використовують при температурах до 150°C. Для роботи при температурах до 200°C рекомендують використовувати труби із сплаву АК4-1Т1, а при температурах до 100°C — із сплаву 1953Т1 (табл. 2.136).

Труби діаметром 73 і 90 мм виготовляються без протекторного стовщення. Труби діаметром 129 і 147 мм мають кінцеве стовщення з боку муфти замка збільшеної довжини в зоні роботи клинів ротора. Їх основні характеристики наведені в табл. 2.150. Технічна характеристика алюмінієвих беззамкових труб АБТбзк-108 наведена нижче.

Технічна характеристика АБТбзк-108

Зовнішній діаметр D, мм	108
Діаметр проточування під елеватор D ₁ , мм	89±0,5
Товщина стінки S, мм	8±0,1
Діаметр прохідного отвору d ₁ , мм	54
Довжина проточки під елеватор l ₁ , мм	440±2
Довжина проточки l ₂ , мм	110±2
Довжина ніпеля L _н , мм	200±1
Довжина муфти L _м , мм	260±1
Довжина труби, мм	8400
Маса труби, кг	78

Таблиця 2.150

Основні характеристики алюмінієвих бурильних труб за ГОСТ 23786—79 з нагвинченими замками за ТУ 0147016-46—93

Зовнішній діаметр труби, мм	Товщина стінки труби, мм		Внутрішній діаметр тіла труби, мм	Площа поперечного перерізу, мм ²		Осьовий момент інерції поперечного перерізу, см ⁴	Осьовий момент опору перерізу, см ³		Тип замка	Маса 1 м труби, кг/м	Довжина труби із замком, м	Приведена маса 1 м труби, кг/м	Приведена густина, кг/м ³
	тіла труби	в місці посадки на клини		тіла труби	каналу		для гладкої частини труби	для висадженого кінця з небезпечним перерізом					
73	9	16	55	1810	2376	94,48	25,89	28,79	ЗЛ-90	4,8	9,3	6,4	3370
90	9	16	72	2290	4072	190,2	42,27	50,41	ЗЛ-108	6,6	9,4	7,6	3170
103	9	15	85	2658	5674	296,2	57,52	72,26	ЗЛ-116	8,0	9,5	9,2	3090
114	10	15	94	3267	6940	445,8	78,21	87,75	ЗЛ-140	9,6	12,4	11,2	3120
129	9	15	111	3393	9677	614,2	95,22	118,3	ЗЛ-152	10,2	12,4	12,2	3170
	11	17	107	4078	8992	715,2	111,0	129,7		12,0	12,4	14,0	3110
147	9	15	129	3902	13070	932,8	126,9	161,1	ЗЛ-172	11,7	12,4	14,4	3210
	11	17	125	4700	12272	1094,0	148,8	177,7		13,9	12,4	16,5	3150
	13	20	121	5473	11499	1240,0	168,7	199,7		16,1	12,4	18,6	3110
	15	22	117	6220	10751	1372,0	186,7	212,3		18,2	12,4	20,6	3070
	17	24	113	6943	10029	1492,0	203,0	223,6		20,1	12,4	22,5	3040
170	11	17	140	5495	17203	1745	205,3	250,3	ЗЛ-197	16,2	12,4	19,2	3210

У табл. 2.151 наведені розрахункові значення граничних навантажень для алюмінієвих труб, а в табл. 2.152 — границь витривалості (згин з обертанням) σ_{-1} .

Таблиця 2.151

Граничні навантаження (які відповідають границі текучості) для алюмінієвих бурильних труб із сплаву Д16Т за ГОСТ 23786—79, РД 39-013—90

Зовнішній діаметр труби, мм	Товщина стінки труби, мм	Осьове розтягуюче навантаження, кН	Крутний момент, кН·м	Внутрішній тиск, МПа	Зовнішній тиск, МПа	Осьові розтягуючі навантаження (кН) в клиновому захваті при довжині клина, мм	
						300	400
64	8	455,7	6,6	70,74	66,19	533,4	547,0
73	9	585,9	9,7	69,77	65,05	828,4	850,8
93	9	768,9	17,0	54,77	39,77	1079	1117
103	9	860,4	21,5	—	—	1197	1245
114	10	1057	29,2	49,64	40,02	1251	1307
129	9	1099	35,6	39,48	26,06	1404	1475
	11	1320	41,5	48,26	38,17	1569	1646
147	9	1264	47,4	34,65	19,45	1578	1668
	11	1522	55,6	42,35	30,06	1767	1866
	13	1772	63,1	50,05	40,56	1767	1866
	16	2132	72,9	61,60	55,23	2217	2337
	17	2247	75,9	65,45	59,90	2387	2516
170	11	1779	76,7	36,62	22,10	2004	2133

Таблиця 2.152

Границі витривалості (згин з обертанням) σ_{-1} алюмінієвих бурильних труб

Умовний діаметр, мм	Границя витривалості, МПа
64	50
73	49
90	47
103	46
114	44
129	40
147	22
170	24