

Приложения

Приложение А

(справочное)

Характеристики технологического оборудования

А.1 Типы и характеристики буровых установок

Таблица А.1.1 - Модельный ряд и технические характеристики буровых установок фирмы «Vermeer» (США)

Техническая характеристика	D6x6 Six Shooter	D7x11 Series II	D10x14	D16x20A	D16x20 Series II	D20x22	D20x22 Series II	D24x40 Series II	D36x50 Series II	D80x100 Series II	D100x120 Series II	D200x300	D330x500
Длина, см	292	387	503	478	509	521	509	612	650 / 704	909	1 041	1 625	1 625
Ширина, см	90	90	112	107	119	122	127	211	210	236	236	254	254
Высота, см	127	178	152	220	191	229	191	193	190	300	300	340	340
Вес (со штангами), кг	1 469	2 567	3 447	3 992	4 835	5 062	4 935	8 364	8 981 / 9 911	17 010	17 872	34 473	40 823
Двигатель													
Модель	Kubota [®] Tier II D 1105E	Kubota [®] Tier II D1505D	Kubota [®] Tier II D1505 Diesel	Cummins [®] 3.3L	Kubota 3300	CAT [®] 3054	Kubota Turbo	John Deere 4045HF275 Tier II	John Deere 4045HF275 Tier II Turbo	John Deere 6068	John Deere 6068	Caterpillar [®] C-12	Caterpillar [®] C-15 TIER III
Мощность, л.с.	26	47	47	63	65	85	83	1125	140	200	225	400	540
Топливный бак, л	30	30	42	64	57	95	95	170	170 / 159	284	284	795	795
Рабочие характеристики													
Макс. крутящий момент, Нм	746	1 763	1 898	2 712	2 712	2 983	2 983	5 425	6 772	13 558	16 270	40 680	67 800
Сила протяжки, кг	2 495	4 082	4 355	7 258	7 258	9 072	9 072	10 886	16 329	36 287	45 359	90 719	149 685
Скорость вращения шпинделя, об/мин	180	180	180	157	248	200	208	270	227	180	140	120	88
Параметры бурения													
Длина буровых штанг Firestick [®] , см	183	183	305	305	305	305	305	305	305 / 457	457	610	до 975	до 975
Диаметр, мм	34	42	42	48	48	52	52	60	60 / 70	89	89	110	110
Вес, кг	7,7	11,8	17,2	22,7	22,7	26,8	26,8	34	36,7 / 65	111	150		
Радиус изгиба, м	17,5	29	29	30	30	31	31	33	33 / 44	60	60		
Макс. расширение *, мм	200	300	400	450	450	450	450	600	800	1 000	1 000	1 400	1 500
Макс. длина бурения *, м	50	110	150	200	200	230	230	320	400	800	1 000	1 500	1 600
Объем подачи буровой смеси, л/мин	19	34	34	95	95	95	95	178	189 / 265	757	757	по заказу	по заказу

Таблица А.1.2 - Модельный ряд и технические характеристики установок ГНБ серии JT «Ditch – Witch» (США)

Размеры буровых установок ГНБ									
Модель установки ГНБ	JT520	JT922	JT1220 Mach 1	JT2020 Mach 1	JT3020 Mach 1	JT3020 All Ter- rain	JT4020 Mach 1	JT4020 All Ter- rain	JT100 Mach 1
Длина, м	2,97	3,71	4,8	5,2	5,57	5,57	7,9	7,92	9,35
Ширина, м	0,9	1,88	1,3	1,3	2,02	2	2,2	2,2	2,57
Высота, м	1,7	1,22	2,0	2,0	2,91	2,91	2,4	2,4	2,79
Вес с полной обоймой штанг, кг	1352	3040	4440	4900	9825	9625	12500	12682	20500
Буровые штанги вариант «Mach 1» / вариант «All Terrain»									
Длина, м	1,5	1,83	3	3	3	2,85	4,5	4,5 / 4,35	4,5
Диаметр соединения, мм	44,5	51	60	67	76	83	89	89 / 105	102
Диаметр тела, мм	28	40	46	52	60	57	71	71 / 92	92
Минимальный радиус изгиба, м	21,3	32	32	40	53	53	58	58 / 91	70
Вес, кг	7,25	13	24,5	30,4	41	45	72	71 / 119	104
Рабочие характеристики									
Максимальная скорость вращения шпинделя, об/мин	195	186	180	180	225	-	240	-	210
Скорость вращения внутреннего шпинделя (бурового долота), об/мин	-	-	-	-	-	400	-	250	-
Скорость вращения внешнего шпинделя (корпуса механического мотора, расширителя), об/мин	-	-	-	-	-	225	-	240	-
Крутящий момент на внутреннем шпинделе, Нм	-	-	-	-	-	1085	-	2712	-
Крутящий момент на внешнем шпинделе, Нм	-	-	-	-	-	5423	-	6780	-
Крутящий момент на шпинделе, Нм	678	1500	1900	2892	5423	-	6779	-	16300
Усилие затяжки, кН	-	-	-	-	-	134	-	178	-
Усилие продавливания в режиме бурения скального грунта, кН	-	-	-	-	-	73	-	111	-
Усилие продавливания в режиме бурения мягкого грунта, кН	-	-	-	-	-	110	-	160	-
Усилие подачи, кг	2000	4000	4440	7560	11250	-	16330	-	31100
Усилие обратной тяги, кг	2220	4000	5300	8900	13400	-	18140	-	44500
Диаметр пилотной скважины, мм	63	76	76-102	-	-	-	-	-	152
Максимальный диаметр расширения, мм	102	-	-	-	-	-	-	-	-
Транспортная скорость, км/ч	2,46	2,9	2,9	2,9	3,9	-	4	-	5,8
Система подачи бурового раствора									
Производительность, л/мин	0-18,9	34	0-57	0-114	0-189	0-189	0-454	0-454	0-870
Давление, бар	34,5	52	86	103	103	103	-	-	69

Таблица А.1.3 - Модельный ряд и технические характеристики установок ГНБ серии JT «Universal HDD» (США)

Модель	Тяговое усилие	Крутящий момент	Произ-ть НВД	Мощность двигателя	Длина буровой штанги	Диаметр про- кладываемой коммуникации	Рекомендуемая длина бестран- шейного участка
	(ТС)	(НМ)	(Л/МИН.)	(Л.С.)	(М)	(ММ)	(М)
UNI 10X15	5	2034	76	66	1,82	до 300	до 180
UNI 12X15	6	2034	76	66	1,82	до 300	до 200
UNI 12X15L	6	2034	76	66	3,05	до 300	до 200
UNI 24X40	12	5400	190	140	3,05	до 400	до 300
UNI 36X50	16,3	6750	200	140	3,05	до 600	до 400
UNI 45X60	21,1	8100	375	170	3,05	до 600	до 450
UNI 60X70	28,3	9600	525	170	3,05	до 700	до 500
UNI 90X180	41	24300	760	250	4,57	до 1000	до 750
UNI 120X180	54,5	24300	950	325	4,57	до 1000	до 1000
UNI 140X240	63,5	33750	1150	325	4,57	до 1200	до 1200
UNI 160X240	72	33750	1150	400	4,57	до 1200	до 1400
UNI 180X240	81	33750	1500	400	4,57	до 1200	до 1500
UNI 220X240	100	33750	1700	425	6,10	до 1200	до 1600

Таблица А.1.4 - Модельный ряд и технические характеристики буровых установок фирмы «Tracto-technik». (Германия)

Модель установки ГНБ	4X	7X+	10X	13X	15X	15XP	15N	25N
Длина, мм	3965	6000	6160	6160	6160	6250	6150	6600
Ширина, мм	900	1500	1610	1610	1610	1850	2060	2510
Высота, мм	1965	2150	2200	2200	2200	2900	2700	2600
Вес, кг	1845	5500	7200	7200	7200	9320	12280	18000
Кол-во штанг в кассете, шт	-	42	48	48	48	48	70	95
Угол наклона, град.	0-15	0-18	0-18	0-18	0-18	0-16	0-30	0-30
Усилие подачи, кН	43	100	100	125	147	147	167	250
Усилие обратной тяги, кН	43	100	100	125	147	147	167	250
Число ударов в минуту	-	1000	1000	1000	1000	1500	1500	1500
Крутящий момент, Нм	1300	1700	4000	4000	3300	4500	7000	10000
Число оборотов шпинделя, об/мин	230	200	170	130	130	180	200	200
Диаметр пилотного бурения, мм	80	80	80	80	80	100	115	140
Диаметр буровой штанги, мм	58	TD 48	TD 61	TD 61	TD 61	-	TD 73	TD 8
Полезная длина штанги, мм	1500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Скорость проходки, м/сек	0,6	0,6	0,8	0,6	0,5	0,8	0,8	0,7
Диаметр расширителя, мм	<160	<300	<450	<500	<500	<550	<750	<850
Диаметр трубы, мм	<160	<250	<355	<400	<400	<450	<550	<650
Длина бурения, м	<160	<200	<250	<300	<300	<350	<400	<500
Минимальный радиус изгиба, м	25	33	42	42	42	42	55	75
Транспортная скорость, км/ч	2	2,5	3	3	3	5	2,5/5	3,3/5

Таблица А.1.5 - Модельный ряд и технические характеристики буровых установок типов «макси» и «мега» фирмы «PRIME DRILL-ING». (Германия)

Тип	Тяговое усилие, кН	Вращающий момент, кНм
PD 32/18	320	18
PD 38/18	380	18
PD 45/18	450	18
PD 50/33	500	33
PD 60/33	600	33
PD 75/50	750	50
PD 80/50	800	50
PD 100/50	1000	50
PD 150/70	1500	70
PD 200/70	2000	70
PD 250/90	2500	90
PD 300/90	3000	90
PD 350/120	3500	120
PD 400/120	4000	120
PD 450/120	4500	120
PD 500/120	5000	120

Таблица А.1.6 - Модельный ряд и технические характеристики буровых установок типов «макси» и «мега» фирмы «HER-RENKNECHT». (Германия)

Тип	Диаметр раз- работки, дюйм	Максимальный крутящий мо- мент, кН·м	Тяговое уси- лие, кН	Мощность, кВт
НК 1500 НК 150Т	34	70	1500	440
НК 250Т	36	90	2500	500
НК 400М	42	120	4000	880
НК 5000РТ	51	120	5000	330
НК 750 РТ	72	120	7500	330

Таблица А.1.7 - Модельный ряд и технические характеристики установок ГНБ серии МР «HANJIN D&B». (Южная Корея)

Размеры буровых установок ГНБ				
Модель установки ГНБ	МР-400	МР-5000	МР-7000	МР-9000
Длина, м	5,9	6,03	8,4	10
Ширина, м	2,2	2,2	2,4	2,6
Высота, м	2,06	2,4	2,6	2,4
Вес, т	5,5	7,5	13,5	15,5
Рабочие характеристики				
Макс. оборотов в минуту	0-70 / 0-140 / 0-180	0-180 / 0-90 / 0-180	0-120 / 0-60	0-120 / 0-60
Макс. вращающий момент, кгм	300 / 650	900 / 1800	1700 / 3400	3000 / 1500
Усилие подачи, т	7	15	25	80
Усилие обратной тяги, т	16	30	50	80
Скорость движения, км/ч	2,5	2,5	2,5	2,5
Разовая длина бурения без выхода на поверхность, м	450	600	1000	-
Максимальное расширение, мм	800 на длину не более 100 м	1200 на длину не более 80 м	1500 на длину не более 100 м	-
Буровые штанги				
Длина буровой штанги, м	3	3 / 4,5	5	6
Наружный диаметр, мм	60 – 67	76 / 89	114	-

Таблица А.1.8 - Модельный ряд и технические характеристики установок ГНБ серии «DDW». (Китай)

Модель установки ГНБ	DDW – 100L	DDW – 180L	DDW – 230L	DDW – 280L	DDW – 320L	DDW – 600L
Модель двигателя	Cummins	Cummins	Cummins	Cummins	Cummins	Cummins
Тип двигателя	Дизель	Дизель	Дизель	Дизель	Дизель	Дизель
Мощность, кВт	59	75	125	132	140	221
Длина/ширина/высота установки, м	3,9/1,8/1,875	5,3/2,3/1,7	5,95/2,23/2,3	6,8/2,3/2,3	7,0/2,3/2,5	12,7/2,8/3,2
Вес установки, кг	4300	6500	7100	8500	11000	28000
Макс крутящий момент, Нм	4000	7000	9000	10000	12000	25000
Максимальная скорость вращения, об/мин.	90	90	100	150	150	100
Максимальная сила подачи, кг	11000	18000	23000	28000	32000	60000
Максимальная сила протяжки, кг	11000	18000	23000	28000	32000	55000
Угол наклона лафета, град, °	5-18	8-22	8-22	8-22	8-22	8-20
Механизм автоматической подачи штанг	-	(+)	(+)	+	+	-
Автоматическая система анкерения	(+)	+	+	+	+	-
Манипулятор	-	-	-	-	-	3
Длина буровых штанг, мм	2000	3000	3000	3000	3000	6000
Диаметр буровых штанг, мм	50	60	73	73	73	89/102
Масса буровой штанги, кг	16	35	45	52	52	135/150
Радиус изгиба, м	29	33	45	50	50	60
Максимальное расширение, мм	540	750	850	1000	1100	1400
Максимальная длина бурения, м	100	250	350	450	500	800
Объем подачи буровой смеси, л/мин.	150	250	250	250	320	по согласованию

Таблица А.1.9 - Модельный ряд и технические характеристики установок ГНБ серии ZT завода «Drille». (Китай)

Модель	ZT-8	ZT-10	ZT-10DF	ZT-15L/ZT-15D	ZT-15DF	ZT-18/ZT-18D	ZT-25/ZT-25D	ZT-25CDF	ZT-35	ZT-35DF	ZT-40/65	ZT-60/85	ZT-80/105	ZT-150	ZT-300	ZT-350H
Технические характеристики																
Длина установки, мм	1400	4400	5200	5500	6800	5500	5500	6800	7050	8400	9800	10500	11000	16500	16800	16500
Ширина установки, мм	580	800	1860	2170	2250	21700	2170	2250	2280	2270	2500	2500	2500	2660	3000	3000
Высота установки, мм	750	1100	2000	2000	2500	2100	2100	2270	2500	2300	2950	2950	3450	3450	3100	3100
Длина энергоустановки, мм	2200	2550	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7000
Ширина энергоустановки, мм	800	1320	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2500
Высота энергоустановки, мм	1400	1580	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2550
Вес установки, кг	1500	3500	4500	7000	7800	7500	8000	10200	10500	14800	18000	21000	22500	43000	58000	56000
Мощность, кВт	30	50	75	75	75	110	125	125	160	160	180	240	330	440	550	330+ 300+ 125
Рабочие характеристики																
Максимальный крутящий момент, Нм	500	2400	2500	5500	5500	6000	80000	9000	14000	14000	18000	26000	3600	66000	12000 0	12000
Максимальная скорость вращения, об/мин	0-80	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-65, 0-130	0-60, 0-120	0-90, 0-130	0-50, 0-80	0-50, 0-80	0-35, 0-80	0-32, 0-50, 0-70	0-30, 0-60, 0-90	0-25, 0-35, 0-74
Усилие подачи, т	8	10	12	15	15	18	25	25	35	35	40	60	80	150	300	350
Усилие обратной тяги, т	8	10	12	15	15	18	25	25	35	35	65	85	105	150	300	350
Подача буровой смеси, л/мин	80	200	160	250	250	250	250	250	320	320	500	500x2	500x2	500x2	500x2	500x2
Угол входа штанги, град.	0-15	0-22	4-12	8-20	8-20	8-20	8-20	8-20	12-20	12-20	8-20	8-20	8-20	10-18	8-14	6-16
Транспортная скорость, км/час	0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Параметры бурения																
Длина буровых штанг, м	0,65	3	3	3	3	3	3	3	3	4,5	6	6	5	5	9,6	9,6
Диаметр штанг, мм	42	50	50	60	60	60	73	73	73	73	89	89	114	114	140	140
Радиус изгиба, м	15	40	40	50	50	50	65	65	80	80	100	100	100	100	140	140
Диаметр пилотной бурения, м	80	100	100	120	120	150	150	150	150	150	150	150	150	150	260	260
Максимальное расширение, мм	300	450	450	600	600	700	900	900	1000	1000	1200	1250	1250	1500	1200	1200
Максимальная длина бурения, м	30	200	250	350	350	350	400	400	600	600	800	900	1000	1500	2000	2000
Объем подачи буровой смеси, л/мин	80	150	160	200	200	250	250	250	320	320	500	500x2	1000	1400	1400	1400

Таблица А.1.10 – Модельный ряд и технические характеристики установок ГНБ серия FDP завода «Huanghai Machinery Factory Co., Ltd». (Китай)

Модель установки ГНБ	FDP 15L	FDP 20	FDP 28	FDP 32	FDP 40	FDP 60	FDP 120	FDP 180	FDP 200	FDP 300	FDP 450
Вес буровой установки (т)	7,1	6,5	8,8	9,2	16,0	24,0	30,0	42,0	45,0	44,0	39,0
Длина (мм)	5800	5900	5820	5820	7800	9000	14500	14500	15500	16500	16800
Ширина (мм)	2050	2100	2250	2250	2300	2500	2500	3150	3150	3150	3150
Высота (мм)	2380	2000	2400	2400	2350	2800	2800	3000	3300	3340	3500
Мощность двигателя (кВт)	81	110	132	145	175	220	2x200	441	478	625	929
Макс. тяговое усилие (кН)	150	200	280	320	400	610	1200	1800	2100	3100	4500
Макс усилие подачи (кН)	150	200	280	320	400	610	1200	1800	2100	3100	4500
Макс крутящий момент (Нм)	4200	6000	10000	13000		27000	I-60000 II-30000	70000	75000	95000	120000
Скорость вращения (об/мин)	пон.-0-60 пов.-0-120	пон.-0-70 пов.-0-140	пон.-0-56 пов.-0-112	пон.-0-48 пов.-0-96	пон.-0-40 пов.-0-80	пон.-0-45 пов.-0-90	пон.-0-42 пов.-0-84	пон.-0-42 пов.-0-84	пон.-0-40 пов.-0-80	пон.-0-37 пов.-0-74	пон.-0-42 пов.-0-84
Ходовая часть со стальными гусеницами	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Длина буровых штанг (м)	3,0	3,0	3,0	3,0	4,5	5,0	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6
Диаметр буровых штанг	60	60	73	73	89	102	127	127	127 (140,152)	140 (127,152)	140 (127,152)
Диаметры расширителей (мм)	179-417	179-417	325-830	325-830	400-1200	400-1200	425-1350	425-1350	425-1350	425-1350	425-1350
Макс. давление насоса для бурового р-ра (МПа)	10	10	10	10	10	8	12	12	12	12	12
Макс. производительность насоса для бурового раствора (л/мин.)	160	240	250	320	400	600	1000	1500	1500	3000	3000

Таблица А.1.11 Модельный ряд и технические характеристики установок ГНБ серии DDL фирмы «Нанкин Дилонг Но-Диг Инжиниринг Компания Лтд». (Китай)

Модель установки ГНБ	DDL 380	DDL 550	DDL 800	DDL 4000
Длина, мм	7384	10000	10450	16000
Ширина, мм	2130	2550	2560	2700
Высота, мм	2240	3150	3150	3500
Мощность, кВт	161	194	239	624
Макс. тяговое усилие, кН	280	550	800	4000
Макс крутящий момент, Нм	14500	18000	25000	113500
Максимальная скорость вращения, об/мин	90	90	100	72
Длина буровых штанг, м	4,5	6	6	9,6
Диаметр буровых штанг, мм	73	89	101,6	5.5
Угол входа штанг °	11-22	9-18	13-17	5-15

Таблица А.1.12 - Модельный ряд и технические характеристики установок ГНБ серии GD завода «Шанхай-Гуденг». (Китай)

Модель	GD150-F	GD180-L	GD250-L	GD280A-L	GD280B-L	GD350A-L	GD350B-L	GD380A-L	GD380B-L	GD500-L	GD550-L	GD600-L	GD720-L	GD800-L	GD1100-L	GD1250-L	GD1600-L	GD2100-L	GD2800-L	GD4000-T	GD5000-LJ	GD6000-TT	GD8000-TT
Рабочие характеристики																							
Крутящий момент рабочий, Нм	4500	5800	13000	13000	9900	12000	12000	15500	1500	26000	20000	26000	29000	26000	44000	50000	73000	80000	101000	10000	13000	130000	140000
Макс. крутящий момент, Нм	5000	6400	14000	15000	11000	13000	13000	17000	17000	28000	22000	28000	32000	28000	48500	55000	81000	11200	112000	110000	141000	144000	160000
Макс. скорость вращения, об/мин	125	175	126	130	130	130	130	140	130	110	110	120	86	120	112	80	80	76	80	80	85	80	80
Усилие подачи, т	15	20	27	30	30	42	42	43	42	50	58	70	72	140	117	140	166	210	286	400	500	650	800
Усилие обратной тяги, т	15	20	27	30	30	42	42	43	42	50	58	70	72	140	117	140	166	210	286	400	500	650	800
Макс. подача буровой смеси, л/мин	150	160	320	320	250	320	320	320	320	500	500	200	500	500	1350	1350	1500	1500	2000	2500	2500	3000	3000
Угол входа штанги, град	11-22	10-22	10-22	10-22	10-22	10-22	10-22	10-22	10-22	8-22	8-22	8-22	8-22	8-22	8-18	8-18	8-18	8-18	8-18	8-16	8-16	8-16	8-15
Технические характеристики																							
Длина, мм	5740	5800	6700	7300	6800	6850	8400	6850	8400	9600	8800	9600	10300	10300	11300	16000	16000	17500	17500	17500	17500	18000	18000
Ширина, мм	1820	2150	2250	2560	2040	2130	2130	2130	2130	2350	2450	2460	2650	2450	2670	3200	3200	3400	3400	3200	3200	2600	3200
Высота, мм	1830	2280	2600	2380	2200	2500	2500	2500	2500	2630	2800	2770	2800	2850	2770	3000	3000	3150	3300	4200	3400	4000	3500
Вес, кг	5700	6500	12000	11500	7500	11000	12000	12000	12000	21500	20000	22000	22000	22000	28000	35000	36000	43000	45000	45000	38000	48000	40000
Мощность, кВт	70	93	145	132	85	179	179	179	179	239	239	239	336	239	2x195	2x145	2x179	2x239	2x239	2x392	2x392	2x559	2x559
Транспортная скорость, км/час	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2,5	1,5	1,5	-	1,5	-	-
Параметры бурения																							
Длина буровых штанг, мм	2000/2500	3000	3000	3000	3000	3000	4500	3000	3000/4500	4500/6000	4500	6000	6000	6000	6000	9600	9600	9600	9600	10600	9600	10600	10600
Диаметр штанг, мм	60	60	73	73	73	73	73/89	73	73/89	89	89	89/102	102	102	114	127	127	127/140	127/140	127/168	127/140/168	127/140/168	127/140/168
Макс. расширение, мм	600	800	1000	1100	1000	1300	1300	1300	1300	1500	1500	1500	1500	1100	1600	1800	1800	1800	2000	1800	2200	2000	220
Макс. длина бурения, м	300	300	500	500	450	500	600	500	600	700	700	800	900	900	1200	1500	1700	2000	2500	2500	4000	3000	4000

Таблица А.1.13 – Модельный ряд и технические характеристики установок ГНБ серии УГБ производства НПК «ГИДРОФОБ». (Россия)

Характеристика	Тип установки		
	УГБ-2 УГБ-2М	УГНБ-3М УГНБ-3М4	УГНБ-4
Диаметр пилотной скважины, мм	115-220	90	80
Диаметр расширения, мм	-	450	600
Длина бурения, м	30	100 200	300
Сила подачи/ протяжки, тс	-	8/12 12/16	16/16
Максимальный крутящий момент, Нм		2600	2650
Мощность двигателя, л.с	5,5		105/120
Вес установки, кг		1200	6200

Таблица А.1.14 – Модельный ряд и технические характеристики установки ГНБ серии УНБ производства «Эконика-Техно». (Россия)

Характеристика	УНБ-7	УНБ-9
Максимальное давление при бурении (вращение), МПа	14	14
Крутящий момент, не более, Нм	1220	1220
Максимальное давление при развинчивании штанг, Мпа	16	16
Максимальное давление при поступательном движении, Мпа	8	8
Усилие подачи, не более, кН	72	72
Усилие протяжки, не более, кН	72	72
Частота вращения, не более, об/мин.	100	100
Максимальное давление воздуха, МПа	0,8	0,8
Рекомендуемое давление воздуха, МПа	0,65	0,65
Номинальный расход воздуха, не более м ³ /мин.	6	6
Эксплуатационная мощность ДВС, кВт (л.с.)	22 (30)	22 (30)
Номинальная частота вращения ДВС, об/мин.	2000	2000
Номинальная производительность гидростанции, л/мин.	75	75
Длина буровых штанг, м	2	0,5
Макс. протяженность проходки от котлована до выхода, м	100	100
Диаметр пилотной скважины, мм	105	105
Диаметр прокладываемых труб, мм	110-225	110-225
Общая масса установки, кг	2150	1650

**А.2 Оборудование для приготовления, подачи и регенерации
бурового раствора**

Таблица А.2.1- Характеристики оборудования фирмы «Vermeer» (США)

Модель	HP250	ST250	MX125	MX240
Силовой блок	-	-	4,1кВт (5,5hp) газ 5кВт (6,7hp) ди- зель	16,4кВт (22hp) ди- зель 18,6кВт (25hp) газ
Принцип смешивания	Рециркуляция	Вихревой, с ис- пользованием сопл Венту- ри/рециркуляция	Вихревой, с ис- пользованием сопл Венту- ри/рециркуляция	Вихревой, с ис- пользованием сопл Венту- ри/рециркуляция
Емкость бака	946,4 л (250gal)	946,4 л (250gal)	1135,6 л (300gal) 1892,7 л (500gal)	2839,1 л (750gal) 3785,4 л (1000gal)
Длина бака	214,6см(84,5")	221см(87")	1135,6 л (300gal)- 182,9 см (72") 1892,7 л (500gal) - 269,2 см (106")	2839,1 л (750gal) - 350,5 см (138") 3785,4 л (1000gal)- 424,2 см (167")
Ширина бака	71,1 см (28")	71,1 см (28")	1135,6 л (300gal)- 96,5 см (38") 1892,7 л (500gal) - 72,4 см (28,5")	124,5 см (49")
Вес	-	-	1135,6 л (300gal)- 272,2 кг (600 lb) 1892,7 л (500gal) - 311,6 кг (687 lb)	816,5 кг (1800 lb)

Таблица А.2.2 – Насосы для подачи бентонитового раствора фирмы «*PRIME DRILLING*»

Тип	Производительность, л/мин.	Давление подачи, бар
PP 500 H	500	70
PP 1000 H	1000	70
PP 1500 H	1500	65
PP 2000 H	2000	65
PP 2500 H	2500	60

Таблица А.2.3 – Смесительные установки для бурового раствора фирмы «*PRIME DRILLING*»

Тип	Максимальная производительность, л/мин.
M 500 E	500
M 1000 E	1000
M 1500 E	1500
M 2000 E	2000
M 2500 E	2500

Таблица А.2.4 – Установка для очистки и регенерации использованного раствора фирмы «*PRIME DRILLING*»

Тип	Максимальная производительность, л/мин.
R 500E	500
R 1000 E	1000
R 1500 E	1500
R 2000 E	2000
R 2500 E	2500

А.3 Характеристики систем локации

Таблица А.3.1 - Модельный ряд и технические характеристики локационных систем* фирмы «DIGITAL CONTROL Inc» (США)

Модель	DigiTrak SE	DigiTrak F2	DigiTrak F5
Номер модели	SER	F2R	F5R
Частота	12 кГц	12 или 19 кГц	1,3;8,4;12;18,5 или 19,2 кГц
Источник питания	NiMH аккумулятор	Li-ion аккумулятор	Li-ion аккумулятор
Срок службы батареи	5-7 часов	10-14 часов	8-12 часа
Управление	Графическое меню, кнопка	Одна кнопка	Кнопка и джойстик
Дисплей	LCD	ЖК	Цветной ЖК
Аудио выход	Бипер	Бипер	Бипер
Радиус действия телесет- рии	305 метров	550 метров	550 метров
Каналы телеметрии	4 канала	4 канала	4 канала
Рабочая температура	от -10 ⁰ С до 65 ⁰ С	от -20 ⁰ С до 60 ⁰ С	от -20 ⁰ С до 60 ⁰ С
Погрешность	5%	5%	5%
Высота	279 мм	279 мм	279 мм
Ширина	140 мм	140 мм	140 мм
Длина	381 мм	381 мм	381 мм
Вес с батареей	3,5 кг	3,5 кг	3,63 кг

* Приемники совместимы с удаленным дисплеем FSD

Таблице А.3.2 - Технические характеристики навигационной системы SNS-200

Погружной зонд (передатчик)	
Длина, мм	380
Диаметр, мм	33
Питание	2 батареи габарита С
Время непрерывной работы с 1 комплектом батарей	не менее 20 часов в режиме излучения, в спящем режиме 200 часов
Дальность действия, м	15
Канал связи	Радиочастотный 12 кГц
Диапазон рабочих температур	-20 ⁰ С до +50 ⁰ С
Передаваемая информация	наклон ± 45 град. Погрешность 0,1 град.; положение относительно продольной оси 0-360 град. С дискретом 15 град., температура зонда, остаточная емкость питающих батарей
Приемник	
Высота, мм	500 мм
Ширина, мм	200 мм
Длина, мм	300 мм
Вес, кг	4 кг
Питание	NiMH батареи не менее чем на 8 часов работ
Индикация информации	ЖК монитор
Радиус действия телеметрии, м	1000
Удаленный индикатор (повторитель)	
Длина, мм	280 мм
Ширина, мм	300 мм
Высота, мм	190 мм
Питание	от внешних источников аккумулятора 12-24 В или чрез дополнительный источник сети 220 В
Отображение информации	Основная информация дублируется с приемника
Зарядное устройство	
питание от сети 220 В, время заряда аккумуляторов не более 12 часов	

Приложение Г

(обязательное)

Протокол бурения скважины методом ГНБ

(заполняется на каждую скважину отдельно)

Название строительной организации, юридический адрес, контактные телефоны			
Объект (название, шифр)			
Адрес производства работ (уточненное географическое месторасположение в конкретном регионе, населенный пункт, улица, номера строений в непосредственной близости)			
Название перехода методом ГНБ (текстовое наименование, пикеты, литерные обозначения, нумерация или обозначения скважины)			
Вид прокладываемой методом ГНБ коммуникации (название коммуникации, обозначения технических характеристик трубопровода(ов) по ГОСТ, СТО, ТУ, их количество в скважине)			
Фирма-производитель и название установки ГНБ			
Длина одной буровой штанги, м			
Система локации, тип зонда			
Должность, Ф.И.О. лица, ответственного за составление протокола бурения			
Должность, Ф.И.О. руководителя буровых работ			

Таблица 1

№ п. п.	Длина пилот-ной скважи-ны, м	Угол наклона буровой головки, %	Глубина нахождения буровой головки, см	Примечания (фиксирование ориентиров по профилю бурения)*
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				

№ п. п.	Длина пилот-ной скважи-ны, м	Угол наклона буровой головки, %	Глубина нахож-дения буровой головки, см	Примечания (фиксирование ориентиров по профилю бу-рения)*
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				

* ориентирами по профилю бурения должны служить стенки рабочего и приемного котлованов, существующие инженерные коммуникации, края дорожного полотна, урезы воды, наземные и подземные объекты инфраструктуры. Их краткие обозначения в протоколе бурения скважины дают возможность четкой корреляции с плановым положением створа прокладываемого(ых) впоследствии трубопровода(ов).

Примечание: в случае количества штанг (точек фиксирования положения буровой головки по профилю бурения) более 50, необходимо дополнить границы Таблицы 1 до требуемого количества без изменения общей структуры ПРОТОКОЛА БУРЕНИЯ СКВАЖИНЫ МЕТОДОМ ГНБ.

Количество расширений
пилотной скважины

Диаметр окончательного
расширения, мм

Длина проложенного(ых) в сква-
жину трубопровода(ов), м

Дата начала работ – дата оконча-
ния работ

Подпись лица, ответственного за составление протокола
бурения

Подпись руководителя буровых
работ

М.П.

Приложение Д
(рекомендуемое)

Строительство (ремонт) _____

Объект _____

АКТ № _____

Приемки пилотной скважины выполненной методом ГНБ

Участок от ПК/км _____ до ПК/км _____

от « _____ » _____ 201 г.

Комиссия в составе представителей:

Организации - производителя работ _____
(должность, организация, ФИО)

Генерального подрядчика _____
(должность, организация, ФИО)

Технического надзора заказчика _____
(должность, организация, ФИО)

Проектной организации _____
(должность, организация, ФИО)

произвела освидетельствование работ выполненных _____
(наименование строительно-монтажной организации)

по проходке пилотной скважины.

Комиссии предъявлены:

1. Проектная документация на устройство перехода ГНБ № _____ разработчик _____
2. Журнал буровых работ.
3. Протокол бурения скважины.
4. Исполнительный профиль бурения.
5. План фактического расположения скважины/точки выхода.
6. _____
7. _____

Комиссия, ознакомившись с представленными документами и проверив выполнение работ в натуре, установила:

Пилотная скважина длиной _____ м, диаметром _____ мм, пройдена _____ г.
буровой установкой типа _____

с использованием системы локации _____

Отклонение скважины от проектного профиля отсутствует (составляет от _____ до _____ см).

Отклонение скважины от проектного положения в плане отсутствует (составляет от _____ до _____ см).

На основании рассмотренных данных решили:

1. Размеры и фактическое положение скважины соответствуют проектным.
2. Разрешить производство работ по расширению пилотной скважины.

Подписи _____

Приложение Е

(рекомендуемое)

Строительство (ремонт) _____

Объект _____

АКТ № _____

Приемки расширенной скважины для протягивания трубопровода**Участок от ПК/км _____ до ПК/км _____**

от « _____ » _____ 201 г.

Комиссия в составе представителей:Организации - производителя работ _____
(должность, организация, ФИО)Генерального подрядчика _____
(должность, организация, ФИО)Технического надзора заказчика _____
(должность, организация, ФИО)Проектной организации _____
(должность, организация, ФИО)произвела освидетельствование работ выполненных _____
(наименование строительно-монтажной организации)

по расширению пилотной скважины.

Комиссии предъявлены:

1. Проектная документация на устройство перехода ГНБ № _____ разработчик _____
2. Журнал буровых работ.
3. Протокол бурения скважины.
4. Акт приемки пилотной скважины.
5. _____
6. _____

Комиссия, ознакомившись с представленными документами и проверив выполнение работ в натуре, установила:Пилотная скважина длиной _____ м, диаметром _____ мм, пройдена _____ г.
буровой установкой типа _____Расширение бурового канала выполнено _____ г. в результате прохода расширителей
диаметрами _____ мм**На основании рассмотренных данных решили:**

1. Размеры и фактическое положение скважины соответствуют проектным.
2. Скважина расширена до диаметра _____ мм, принята и готова для производства работ по протягиванию трубопровода.

Подписи _____

Приложение Ж

(рекомендуемое)

Строительство (ремонт) _____
 Объект _____

АКТ № _____

Освидетельствования и приемки трубопровода (пакета труб) для протягивания перехода ГНБ

Участок от ПК/км _____ до ПК/км _____

от «_____» _____ 201 г.

Комиссия в составе представителей:

Организации - производителя работ _____
 (должность, организация, ФИО)

Генерального подрядчика _____
 (должность, организация, ФИО)

Технического надзора заказчика _____
 (должность, организация, ФИО)

Проектной организации _____
 (должность, организация, ФИО)

произвела освидетельствование работ выполненных _____
 (наименование строительно-монтажной организации)

по подготовке для протягивания трубопровода (участка трубопровода, передового звена трубопровода, пакета труб).

Комиссии предъявлены:

1. Проектная документация на устройство перехода ГНБ № _____ разработчик _____
2. Сертификаты качества (другие документы) материалов и изделий использованных при сборке трубопровода.
3. Исполнительные стандартизированные формы контроля качества по сборке трубопровода.
4. _____
5. _____

Комиссия, ознакомившись с представленными документами и проверив выполнение работ в натуре, установила:

Подготовленный к протягиванию трубопровод (участок трубопровода, передовое звено трубопровода, пакет труб) общей длиной _____ м собран из труб по ГОСТ (ТУ) _____ длиной _____ м.

Соединение труб выполнено сваркой (муфтами, замковыми элементами, др. способом) по ГОСТ (ТУ) _____ в соответствии с проектом.

Трубы имеют (не имеют) защитное покрытие типа _____.

Передовое звено соединено с окончательным расширителем диаметра _____ мм.

На основании рассмотренных данных решили:

1. Подготовленный к протягиванию трубопровод (участок трубопровода, пакет труб) соответствует проекту.
2. Повреждений изоляции не обнаружено, сварочно-монтажные и изоляционные работы, а также испытания выполнены в полном объеме.
3. Разрешить протягивание трубопровода, с усилием тяги не более _____ тс.

Подписи _____

Приложение И
(справочное)

Единицы измерений показателей расчета буровых растворов

№ п/п	Наименование параметров бурового раствора	Единицы измерения	Единицы измерения (API)	Коэффициент перевода единиц измерения
1	Плотность	г/см ³	фунт/фут ³	1 г/см ³ =62,43 фунт/фут ³
2	Условная вязкость	с	с	-
3	Показатель фильтрации	см ³ /30 мин	мл	-
4	Толщина фильтрационной корки	мм	мм	-
5	Пластическая вязкость	мПа·с	сПз	1 мПа·с =1 сПз
6	Эффективная вязкость	мПа·с	сПз	1 мПа·с =1 сПз
7	Статическое напряжение сдвига СНС	Па	фунт/100фут ²	1 Па = 0,511 фунт/100фут ²
8	Динамическое напряжение сдвига	Па	фунт/100фут ²	1 Па = 0,511 фунт/100фут ²
9	Содержание песка	мас. %	мас. %	-
10	Показатель активности ионов водорода	-lg [H ⁺]	-lg [H ⁺]	-

Примечание:

1. Условная вязкость – величина времени истечения 500 мл бурового раствора через отверстие диаметром 5 мм из воронки, заполненной 700 мл бурового раствора под действием сил гравитации. Условная вязкость воды равна 15 с.

2. Условная вязкость (API) измеряется с помощью воронки Марша и характеризует время истечения 1 кварты (946 мл) бурового раствора через отверстие диаметром 4,7 мм из воронки, заполненной 1500 мл бурового раствора. Вязкость воды по воронке Марша равна 26 с.

Приложение К

(обязательное)

Строительство (ремонт) _____

Объект _____

Журнал
контроля параметров бурового раствора

Показатель активности ионов водорода воды: $-\lg [H^+]$ Состав бурового раствора на 1 м ³ : Реагент для подготовки воды, кг; Бентонит, кг; Полимеры, кг (л) Специальные добавки, кг(л)										
Дата, время	Место отбора пробы раствора	Параметры бурового раствора								Исполнитель: Ф.И.О. подпись
		Плотность, г/см ³	Условная вязкость, сек	Показатель фильтрации, см ³	Толщина фильтрационной корки, мм	Пластическая вязкость, мПа·с	ДНС, Па	СНС _{10сек} , Па	СНС _{10мин} , Па	
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Приложение М
(обязательное)

Строительство (ремонт) _____

Объект _____

АКТ № _____

Приемки подземного перехода трубопровода проложенного методом ГНБ

Участок от ПК/км _____ до ПК/км _____

от « _____ » _____ 201 г.

Комиссия в составе представителей:

Организации - производителя работ _____
(должность, организация, ФИО)

Генерального подрядчика _____
(должность, организация, ФИО)

Технического надзора заказчика _____
(должность, организация, ФИО)

Проектной организации _____
(должность, организация, ФИО)

Эксплуатирующей организации _____
(должность, организация, ФИО)

произвела освидетельствование работ выполненных _____
(наименование строительно-монтажной организации)

по прокладке методом ГНБ подземного трубопровода

(наименование объекта)

Комиссии предъявлены:

1. Проектная документация на устройство перехода ГНБ № _____ разработчик _____
2. Проект производства работ.
3. Протокол бурения скважины.
4. Акт приемки пилотной скважины.
5. Акт приемки расширенной скважины.
6. Акт освидетельствования и приемки трубопровода (пакета труб) для протягивания перехода ГНБ.
7. Исполнительная производственная документация и стандартизированные формы контроля качества для данного вида коммуникации.
8. Исполнительные чертежи планового положения и продольного профиля трубопровода.

Комиссия, ознакомившись с представленными материалами, установила: _____

Трубопровод длиной _____ м, диаметром _____ мм, проложен методом ГНБ с использованием буровой установкой типа _____

Начало работ _____

Окончание работ _____

При выполнении работ применены:

(наименование материалов, конструкций, изделий со ссылкой на сертификаты или другие документы подтверждающие качество)

При выполнении работ отсутствуют (допущены) отклонения от проектной документации

(при наличии отклонений указываются, кем согласованы, номера чертежей и дата согласования)

Решение комиссии:

Работы выполнены в соответствии с проектной документацией, СНиП, СП, РД и отвечают требованиям их приемки.

На основании изложенного разрешается производство последующих работ по устройству (прокладке, монтажу).

(наименование работ и конструкций)

Подписи

Представители: Организации - производителя работ _____

Генерального подрядчика _____

Технического надзора заказчика _____

Проектной организации _____

Эксплуатирующей организации _____

Приложение Л
(рекомендуемое)

ЖУРНАЛ АВТОРСКОГО НАДЗОРА ЗА СТРОИТЕЛЬСТВОМ	
Наименование объекта строительства _____ _____ _____	
Адрес строительства _____ _____ _____	
Заказчик _____ _____ (наименование, адрес)	
Проектировщик _____ _____ (наименование, адрес проектной организации или проектного подразделения)	
Журнал начат _____ (дата)	Журнал окончен _____ (дата)
Руководитель проектировщика	МП _____ (подпись)
Руководитель заказчика	МП _____ (подпись)

Приложение В

(справочное)

Характеристики и типоразмеры труб из ВЧШГ, производства ОАО ЛМЗ «Свободный сокол», для прокладки трубопроводов методом ГНБ [19]

Таблица - Механические свойства труб и фасонных частей.

Наименование показателя	Вид продукции	Значение
Временное сопротивление разрыву, МПа	Трубы/Фасонные части	420/420
Условный предел текучести, МПа	Трубы/Фасонные части	300/300
Относительное удлинение, %	Трубы/Фасонные части	10/5
Твердость, НВ	Трубы/Фасонные части	230/250

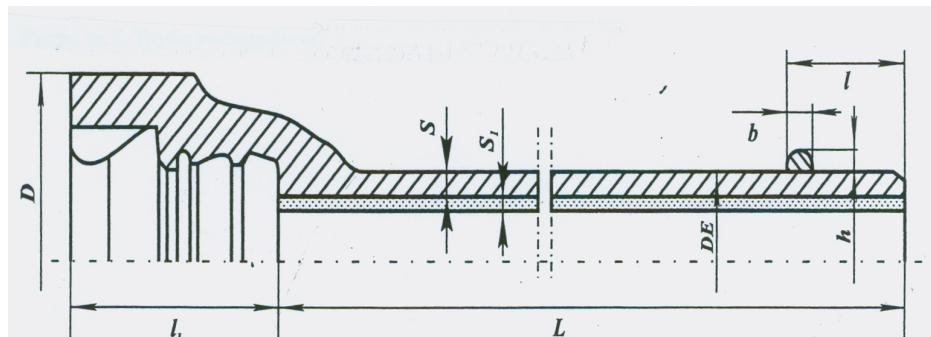


Рисунок – Труба раструбная под соединение «RJ»

Таблица – Основные размеры и масса труб под соединение «RJ»

Размеры, мм									Масса раструба, кг	Масса 1 м трубы без рас- труба (с цем. покры- тием), кг	Расчётная масса (кг) трубы с раструбом (без цем. покрытия / с цем. покрытием) длиной L, мм			
DN	D	DE	S	Si	L	Li	h	b			5800	6000		
80	156	98 ^{+1,0} _{-2,7}	6,0 ^{-1,3}	3 ^{+2,0} _{-1,5}	85	127	5,0	8 ^{±2}	5,4	14,1	76,0	87,0	78,5	90,0
100	176	118 ^{+1,0} _{-2,8}	6,0 ^{-1,3}	3 ^{+2,0} _{-1,5}	91	135	5,0	8 ^{±2}	6,9	17,5	95,0	108,0	98,0	112,0
125	205	144 ^{+1,0} _{-2,8}	6,0 ^{-1,3}	3 ^{+2,0} _{-1,5}	95	143	5,0	8 ^{±2}	8,8	21,7	118,0	135,0	122,0	139,0
150	230	170 ^{+1,0} _{-2,9}	6,0 ^{-1,3}	3 ^{+2,0} _{-1,5}	101	150	5,0	8 ^{±2}	10,7	26,2	143,0	163,0	148,0	168,0
200	288	222 ^{+1,0} _{-3,0}	6,3 ^{-1,5}	3 ^{+2,0} _{-1,5}	106	160	5,5	9 ^{±2}	16,8	35,3	194,0	222,0	200,5	229,0
250	346	274 ^{+1,0} _{-3,0}	6,8 ^{-1,6}	3 ^{+3,0} _{-1,5}	106	165	5,5	9 ^{±2}	23,2	46,0	255,0	290,0	264,0	299,0
300	402	326 ^{+1,0} _{-3,3}	7,2 ^{-1,6}	3 ^{+3,0} _{-1,5}	106	170	5,5	9 ^{±2}	29,6	57,5	323,0	363,0	334,0	375,0
350	452	378 ^{+1,0} _{-3,4}	7,7 ^{-1,7}	5 ^{+3,5} _{-2,0}	110	180	6,0	10 ^{±2}	35,7	75,4	401,0	473,0	415,0	488,0
400	513	429 ^{+1,0} _{-3,5}	8,1 ^{-1,7}	5 ^{+3,5} _{-2,0}	115	190	6,0	10 ^{±2}	44,5	90,3	480,0	568,0	497,0	586,0
500	618	532 ^{+1,0} _{-3,8}	9,0 ^{-1,9}	5 ^{+3,5} _{-2,0}	120	200	6,0	10 ^{±2}	62,8	122,9	666,0	776,0	689,0	800,0

Примечание: Допуск по массе для труб без цем. покрытия: DN 80-200 – 8%, DN 250-500 – 8%.

Приложение Б

(рекомендуемое)

Расчет параметров трассы по методике СП 42-101-2003

Б.1 Расчет геометрических параметров трассы

Основные геометрические параметры трассы, а также схемы забуривания пилотной скважины и перехода пилотной скважины от максимального угла забуривания к нулевому углу приведены на рисунках В.1-В.3.

Геометрические параметры трассы определяются по следующим зависимостям:

l - длина пилотной скважины (длина бурового канала), $l = l_1 + l_{np} + l_2$;

l_1 - расчетная длина пилотной скважины от точки забуривания до точки максимального заглубления $l_1 = \frac{2\pi \cdot R_1 \cdot \alpha_1}{360}$;

l_{np} - длина прямолинейного участка бурового канала;

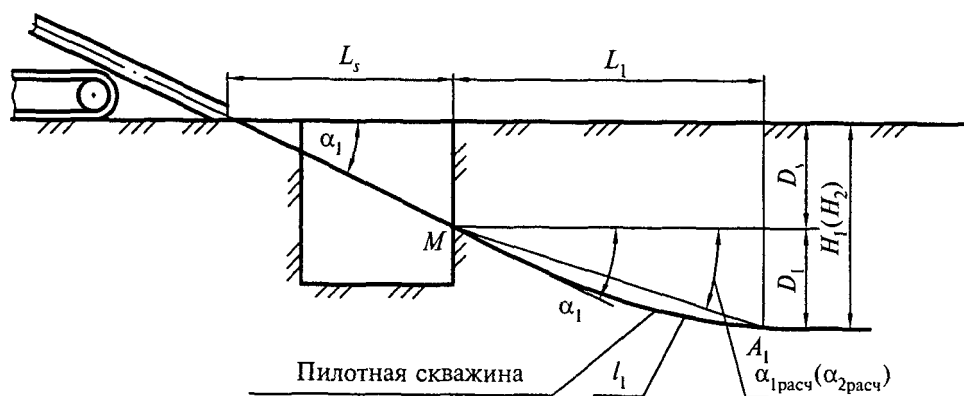


Рисунок В.1 - Основные геометрические параметры трассы

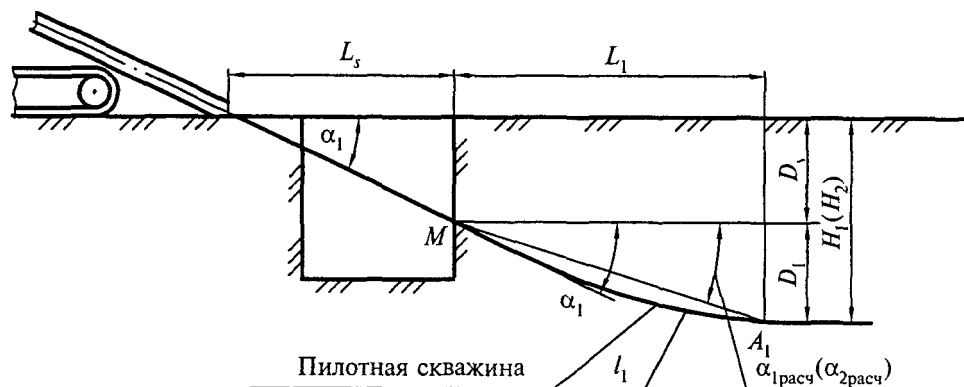


Рисунок В.2 - Схема забуривания пилотной скважины.

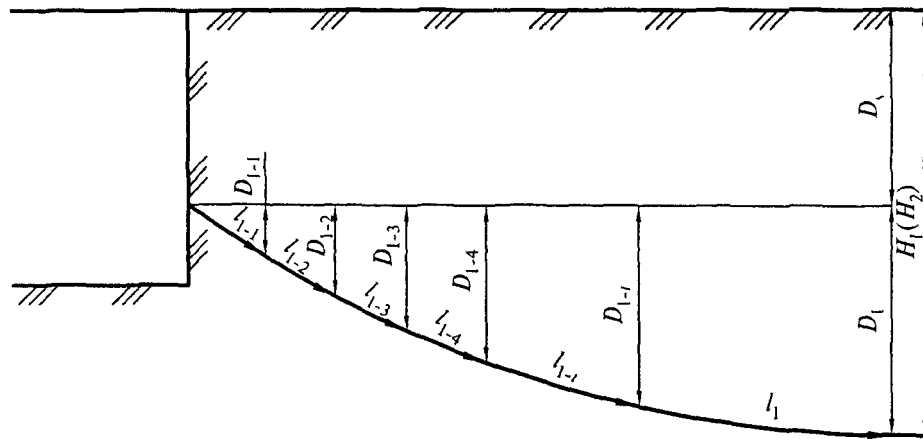


Рисунок В.3 - Схема перехода пилотной скважины от максимального угла забуривания к нулевому углу

l_2 - теоретическая длина пилотной скважины от точки максимальной глубины до точки выхода в выходном прямке $l_2 = \frac{2\pi \cdot R_2 \cdot \alpha_2}{360}$;

R_1 - радиус кривизны пилотной скважины при забуривании $R_1 = \frac{D_1}{1 - \cos \alpha_1}$;

α_1 - угол входа бура в землю (угол забуривания), принимается в составе исходных данных, определяется в соответствии с характеристикой буровой установки;

D_1 - заглубление пилотной скважины от точки забуривания, определяется проектом;

R_2 - радиус кривизны пилотной скважины на выходе $R_2 = \frac{D_2}{1 - \cos \alpha_2}$;

α_2 - угол на выходе буровой головки из земли;

D_2 - заглубление пилотной скважины от точки выхода буровой головки из земли, определяется в зависимости от перепада по высоте точки выхода пилотной скважины относительно точки забуривания;

L - длина пилотной скважины в плане, $L = L_1 + L_{np} + L_2$;

L_1 - длина пилотной скважины в плане от точки входа в грунт до точки максимального заглубления, $L_1 = \sqrt{R_1^2 - (R_1 - D_1)^2}$;

L_{np} - длина прямолинейного участка в плане;

L_2 - длина пилотной скважины в плане от точки максимального заглубления до точки выхода, $L_2 = \sqrt{R_2^2 - (R_2 - D_2)^2}$;

d - диаметр бурового канала, определяется проектом и зависит от возможностей буровой установки;

D_s - глубина (по вертикали) точки входа бура в землю во входном прямке от поверхности земли, определяется проектом;

H_1 - заглубление пилотной скважины от поверхности земли при забуивании, определяется проектом;

H_2 - заглубление пилотной скважины от поверхности земли при выходе буровой головки из земли;

$\alpha_{1-i(расч.)}$ - средний расчетный текущий угол для вычислений при переходе от точки забуивания до точки максимального заглубления;

$\alpha_{2-i(расч.)}$ - средний расчетный текущий угол для вычислений при переходе от максимального заглубления до выхода буровой головки из земли;

L_s - расстояние по горизонтали от лафета буровой установки до точки входа буровой головки в землю во входном прямке;

n_1 - количество буровых штанг, необходимое для выполнения пилотной скважины длиной l_1 , $n_1 = \frac{l_1}{l_{ш}}$;

$l_{ш}$ - длина одной штанги;

$\Delta\alpha_1$ - величина изменения текущего угла на каждой штанге при выполнении пилотной скважины на длине l_1 , $\Delta\alpha_1 = \frac{\alpha_1}{n_1}$;

D_{1-i} - текущее заглубление пилотной скважины, $D_{1-i} = l_{1-i} \cdot \sin \alpha_{1-i(расч.)}$;

l_{1-i} - текущая длина пилотной скважины (от 0 до l_1);

Для дальнейших расчетов, также необходимо определить:

V_{Γ} - объем грунта, удаляемого из скважины, $V_{\Gamma} = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot l}{4}$;

t_{min} - минимальное время бурения пилотной скважины $t_{min} = \frac{V_p}{Q_{ж}}$;

V_p - объем бурового раствора, который необходим для качественного бурения, зависит от типа грунта и колеблется в значительных пределах;

$Q_{ж}$ - производительность насоса бурильной установки, зависит от бурильной установки;

v_{max} - максимальная скорость бурения.

Б.2 Расчет усилия и крутящего момента для проходки пилотной скважины

1 Усилие проходки пилотной скважины определяют как сумму всех видов сил сопротивления движению буровой головки и буровых штанг в пилотной скважине:

$$P_{\Pi} = \sum_{i=1}^7 P_i^* = P_1^* + P_2^* + P_3^* + P_4^* + P_5^* + P_6^* + P_7^*, \text{ где}$$

P_1^* - лобовое сопротивление движению буровой головки в грунте с учетом искривления пилотной скважины;

P_2^* - сила трения от веса буровых штанг (в скважине);

P_3^* - увеличение силы трения от силы тяжести грунта зоны естественного свода равновесия (по М.М. Протодяконову);

P_4^* - увеличение силы трения от наличия на буровых штангах выступов за пределы наружного диаметра;

P_5^* - дополнительные силы трения от опорных реакций;

P_6^* - сопротивление перемещению буровых штанг в зоне забуривания за счет смятия стенки скважины;

P_7^* - сопротивление на выходе при переходе от криволинейного движения к прямолинейному.

2 Расчет усилия проходки пилотной скважины выполняется для двух пограничных состояний:

- при благоприятных условиях: при наличии качественного бурового раствора, отсутствии фильтрации раствора в грунт, при хорошо сформированной и стабильной пилотной скважине $P_{\Pi(a)}$;

- при неблагоприятных условиях: при обрушении грунта по длине пилотной скважины и фильтрации бурового раствора в грунт $P_{\Pi(б)}$.

Фактическое усилие прокладки пилотной скважины в реальных условиях будет находиться между пограничными величинами $P_{\Pi(a)}$ и $P_{\Pi(б)}$.

Методика определения сил сопротивления для различных условий проходки приведена в приложении Л.3 к СП-42-101-2003.

3 Суммарный крутящий момент для вращения буровой головки и штанг при прокладке пилотной скважины рассчитывается по формуле

$$\sum M^* = M_k^* + M_{кб}^* + M_{кр}^*,$$

где M_k^* - крутящий момент на преодоление осевых сопротивлений;

$M_{кб}^*$ - крутящий момент на проворачивание буртов;

$M_{кр}^*$ - крутящий момент на разрушение забоя.

4 Расчет крутящего момента производится для благоприятных и неблагоприятных условий проходки приведенных в п. 7.3.2.

Методика определения составляющих суммарного крутящего момента для различных условий проходки приведена в приложении Л.4 к СП-42-101-2003.

Б.3 Расчет общего усилия и крутящего момента при протягивании трубопровода

1 Общее усилие протягивания P определяется как сумма всех видов сопротивления движению трубопровода и расширителя в буровом канале: $P = P_p + P_{\Pi}^* + P_{ГП}$, где

P_p - лобовое сопротивление движению расширителя;

P_{Π}^* - усилие перемещения буровых штанг, представляет собой суммарное усилие, рассчитанное для проходки пилотной скважины, за вычетом усилия P_1 (лобового сопротивления бурению);

$P_{ГП}$ - усилие протягивания трубопровода по буровому каналу, которое, рассчитывается по формуле:

$$P_{ГП} = \sum_{i=1}^7 P_i = P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8, \text{ где}$$

P_2 - сила трения от веса трубопровода (в буровом канале);

P_3 - увеличение силы трения от силы тяжести грунта зоны естественного свода равновесия (по М.М. Протодяконову);

P_4 - увеличение силы трения от возможного наличия на трубопровода выступов за пределы наружного диаметра;

P_5 - дополнительные силы трения от опорных реакций;

P_6 - усилие сопротивления перемещению трубопровода в зоне заглубления в буровой канал;

P_7 - увеличенное сопротивление перемещению при переходе от прямолинейного движения к криволинейному;

P_8 - сила трения от веса трубопровода, находящегося вне бурового канала.

2 Расчет общего усилия протягивания P , также как и расчёт усилия проходки пилотной скважины P_{Π} выполняется для двух пограничных состояний: при благоприятных условиях $P_{(a)}$ и при неблагоприятных условиях $P_{(б)}$.

Фактическое общее усилие протягивания $P_{\text{факт}}$ в реальных условиях будет находиться между пограничными значениями $P_{(a)}$ и $P_{(б)}$.

Методика определения составляющих сопротивления движению трубопровода для условий стабильного бурового канала и при допущении его частичного обрушения приведена в приложении Л.4 к СП-42-101-2003.

3 Суммарный крутящий момент для вращения расширителя и штанг при протягивании трубопровода по буровому каналу:

$$\sum M = M_{\kappa} + M_{\kappa\text{б}} + M_{\kappa\text{р}},$$

где M_{κ} - крутящий момент на преодоление осевых сопротивлений;

$M_{\kappa\text{б}}$ - крутящий момент на проворачивание буртов;

$M_{\kappa\text{р}}$ - крутящий момент на разрушение забоя.

4 Расчет крутящего момента производится для благоприятных и неблагоприятных условий протягивания по п.7.3.2.

Методика определения составляющих приведена в приложении Л.4 к СП-42-101-2003.

Приложение Н

(справочное)

Основные буквенные обозначения величин

d_n	- наружный диаметр трубы;
l_r	- длина трубы прокладываемого трубопровода;
l	- расчетная длина скважины по профилю перехода;
δ	- возможное увеличение фактической длины бурового канала (перебур);
a	- участки трубопровода вне бурового канала;
d_p	- наибольший диаметр расширения скважины (бурового канала);
h_c	- глубина заложения свода скважины от поверхности;
φ	- угол внутреннего трения вмещающего грунта;
S	- расчетная деформация основания;
S_{Π}	- предельное значение деформации основания и сооружения;
t	- номинальная толщина стенки трубы;
d_c	- диаметр пилотной скважины;
K_p	- коэффициент увеличения расхода бурового раствора на единицу объема скважины;
K_n	- корректирующий коэффициент для производительности подающего насоса, снижающийся с увеличением вязкости бурового раствора;
Π_n	- производительность подающего насоса;
$\ell_{ш}$	- длина буровой штанги;
ℓ_m	- длина секции трубопровода;
$R_{\text{пер}}$	- радиус перегиба;
k_1	- коэффициент запаса по тяге буровой установки;
P_t	- сила тяги;
$P_{(6)}$	- расчетное значение общего усилия протягивания трубопровода при неблагоприятных условиях;
k_2	- коэффициент запаса по мощности буровой установки;
M	- крутящий момент для проходки пилотной скважины или расширение канала;
$V_{бр}$	- объем бурового раствора;
$D_{ск}$	- проектный диаметр скважины;
l	- расчетная длина скважины по профилю перехода;
K_p	- коэффициент расхода бурового раствора;
m_k	- масса (объем) компонента бурового раствора;
$V_{бр}$	- объем бурового раствора;
c_k	- концентрация компонента бурового раствора;
R_g	- радиус трассировки;
ρ	- плотность бурового раствора;
D_c	- диаметр ствола скважины;
$\sigma_{\text{пр.Н}}$	- продольное осевое растягивающее напряжение в стенке трубы от протягивания трубопровода;
R_p	- расчетное сопротивление растяжению материала труб и стыковых соединений;
$P_{ГП}$	- усилие протягивания трубопровода;
E	- модуль упругости материала трубы;
R_u	- минимальный радиус изгиба по трассе перехода.

