Библиотека СОК

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

Устройство водозаборных скважин

Требования к конструкции скважин 4
Обсадные трубы 4
Фильтры и сальники 13
Надскважинные сооружения и оборудование устья скважины . . . 18
Водонапорные башни и автоматические водоподъемные установки . 20
Зоны санитарной охраны 22

Водоподъемное оборудование

Выбор типа оборудования 23
Насосные установки с погружными электродвигателями 23
Насосные установки с трансмиссионным валом 30
Системы автоматического управления насосными агрегатами . . . 31
Эрлифтные установки 33
Эксплуатация насосных установок погружного типа . . . 33

Эксплуатация скважин

Регулирование использования подземных вод 38
Прием скважин в эксплуатацию 42
Определение уровней и дебита 43
Предварительное обследование скважин 44
Детальное обследование скважин 46
Режим эксплуатации 48
Уменьшение дебита скважин и меры по его предупреждению . . 49

Организация работ по техническому обслуживанию и ремонту

Состав работ 52
Организация и планирование работ 57
Материально-техническая база ремонтной бригады 61
Правила безопасности при проведении ремонтных работ . . 66

Методы текущего ремонта

Гидродинамические методы 67
Импульсные методы 70
Реагентные методы 76
Вибрационные методы 81

Капитальный ремонт

Извлечение песчаных пробок 86
Замена фильтровых колонн и сальников 89
Ликвидационное тампонирование скважин 92

Список литературы 94

38.774я2
М80

УДК 628.147.2(031)

Справочник по эксплуатации и ремонту водозаборных скважин / Э. А. Морозов, А. В. Стецюк. — Киев: Будівельник, 1984.—96 с.
Изложена характеристнка оборудования водозаборных скважнн и даны рекомендацин по его выбору, эксплуатации и ремонту. Приведены сведения о порядке обследования, прнема и эксплуатацин скважин. Рассмотрены организация системы технического обслуживання скважнн, технология современных методов текущего и капитального ремонтов, а также требования техникн безопасности при эксплуатацни и ремонте.
Нормативные материалы даны по состоянию на 1 января 1984 г.
Для инженерно-технических работников, занимающихся эксплуатацией и ремонтом водозаборных скважин
Табл. 45. Ил. 22. Библиогр.: с. 94.

Рецензенты: *инженеры С. Е. Богорад, П. Е. Настич, С. С. Шевандин*

Редакция литературы по коммунальному хозяйству
Зав. редакцией *инж О Т. Кушка*

М $\frac{3206000000—004}{М203(04)—84}$ 54.84

© Издательство «Будівельник», 1984

ПРЕДИСЛОВИЕ

Интенсивное развитие народного хозяйства СССР и улучшение благосостояния трудящихся, намеченные Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года и Продовольственной программой СССР, предусматривают повышение обеспечения городов и сельских населенных пунктов централизованным водоснабжением, что возможно только при более эффективном использовании водных ресурсов страны и в первую очередь подземных вод как основного источника хозяйственно-питьевого водоснабжения.

В последние десятилетия использование подземных вод для обеспечения хозяйственно-питьевого водоснабжения населения и нужд промышленности возрастает стремительными темпами. Только в Украинской ССР ежегодно сооружается более 4 тыс. новых скважин, а общее количество эксплуатируемых водозаборных скважин в промышленности, коммунальном и сельском хозяйстве республики превысило 100 тыс.

Подземные воды по своему качественному составу больше соответствуют требованиям, предъявляемым к источникам питьевого водоснабжения. Они лучше защищены от внешних загрязнений и более равномерно, чем поверхностные воды, распределены по территории суши

Учитывая особую ценность подземных вод, Советское правительство всегда придавало огромное значение рациональному использованию и охране их запасов. Это нашло отражение в Основах водного законодательства Союза ССР и союзных республик и в Водном кодексе Украинской ССР. Одной из основных задач, поставленных в Водном кодексе, является регулирование водных ресурсов с целью обеспечения рационального использования вод для потребностей населения и народного хозяйства, охрана их от загрязнения, засорения и истощения, а также улучшение состояния водных объектов. В соответствии с Водным кодексом функции контроля за охраной подземных вод возложены на органы Министерства геологии УССР, а за их использованием — на органы Министерства мелиорации и водного хозяйства УССР.

Подземные воды питьевого качества используются в первую очередь для хозяйственно-питьевых целей. В районах, где отсутствуют в необходимом количестве поверхностные водоисточники и имеются достаточные запасы подземных вод питьевого качества, органы по регулированию использования и охране вод могут разрешать использовать их для целей, не связанных с питьевым и бытовым водоснабжением. Бурение новых скважин на воду, строительство и переоборудование водозаборных сооружений для использования подземных вод производятся только в соответствии с действующим законодательством.

Научно-исследовательскими учреждениями и рядом производственных организаций накоплен значительный опыт по организации технического обслуживания скважин на воду, разработаны технические средства и технология ремонта.

В справочной литературе по проблеме использования подземных вод ощущается односторонняя направленность: детально освещены вопросы сооружения скважин и практически отсутствуют сведения по их эксплуатации и ремонту. Поэтому в настоящем справочнике сделана попытка осветить вопросы, связанные с эксплуатацией, техническим обслуживанием и ремонтом водозаборных скважин, а также с достижениями в этой области.

Авторы выражают благодарность сотрудникам ВНИИВОДГЕО кандидатам технических наук В. С. Алексееву и В. Т. Гребенникову, оказавшим помощь в подготовке справочника.

УСТРОЙСТВО ВОДОЗАБОРНЫХ СКВАЖИН

ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ СКВАЖИН

Конструкция водозаборной скважины (рис. 1) зависит от гидрогеологических условий, способа бурения, требований санитарной защиты и эксплуатации. К конструктивным элементам относятся: оголовок, кондуктор, техническая и эксплуатационная колонны труб, цементная защита (затрубная, подбашмачная), отстойник, фильтр, надфильтровая колонна и сальник.

Скважина характеризуется различными сочетаниями обсадных труб, которые служат для крепления ее стенок и гидроизоляции отдельных водоносных пластов. Начальный и конечный диаметры труб определяются глубиною скважины; эксплуатационный (рабочий) диаметр должен соответствовать диаметру намечаемого водоподъемника, а конечный — водопропускной способности фильтра. Глубина спуска обсадных колонн, количество их и диаметр зависят от способов бурения скважины, необходимости изоляции водоносных горизонтов и цементирования затрубных и межтрубных пространств.

В рыхлых и неустойчивых, скальных и полускальных породах ствол скважины от водоприемной части до устья закрепляют обсадными трубами; в пределах водоносного горизонта устанавливают фильтровую колонну, состоящую из фильтрующей (рабочей) части, надфильтровой трубы и отстойника. Фильтр устраивают как впотай, так и с выводом трубы до устья скважины. В сложных гидрогеологических условиях, когда необходимо надежно перекрыть вышележащие неэксплуатируемые водоносные горизонты или предупредить прорыв высоконапорных вод по затрубному пространству, устанавливают дополнительные обсадные трубы. От загрязнения с поверхности и проникновения воды из неиспользуемого водоносного горизонта скважины защищают подбашмачной цементацией (затрубная цементация способом подачи цементного раствора под башмак), затрубной цементацией с доведением цементного раствора до отметок, предусмотренных проектом, закреплением устья скважины двумя колоннами труб (кондуктором и рабочей) или одной колонной с затрубной цементацией до устья (последние два способа — для защиты от поверхностных вод).

Конструкцию скважины выбирают из расчета требуемого дебита воды при минимальном динамическом уровне.

Диаметр эксплуатационной колонны выбирают достаточным для оборудования скважины насосом с подачей, соответствующей расчетному расходу воды. Качество воды, получаемой из скважины, должно соответствовать составу воды выбранного водоносного горизонта.

В водоприемную часть скважины не должны проникать глинистые и песчаные частицы из окружающих пород; при использовании подземных вод трещиноватых скальных пород стенки бесфильтровой части скважины должны быть устойчивы.

Конструкция скважины должна быть несложной, удобной в эксплуатации, допускать проведение работ по ремонту и восстановлению дебита. Скважину закрепляют наименьшим количеством колонн обсадных труб.

ОБСАДНЫЕ ТРУБЫ

Стальные трубы и муфты. Стальные бесшовные трубы и муфты к ним (табл. 1) выпускаются согласно ГОСТ 632—80 с короткой и удлиненной (У) треугольной резьбой, с трапецеидальной резьбой (ОТТМ) и с высокогерметичным соединением (ОТТГ). Стандартная длина труб — 9,5—13 м. Для труб

и муфт с треугольной резьбой шаг резьбы составляет 3,175, для соединений с трапецеидальной резьбой — 5,08 мм По точности и качеству изготовления предусматривается два исполнения труб — А и Б. К трубам исполнения Б предъявляются более высокие требования по точности, для их изготовления используются стали групп прочности К, Е, Л, М, Р, Т.

Условное обозначение труб включает тип соединения (кроме труб с короткой треугольной резьбой), диаметр условного прохода, толщину стенки, группу прочности стали и номер стандарта, а в условном обозначении муфт указывают еще и внд муфты (для специальных муфт к трубам ОТТМ и ОТТГ). На-

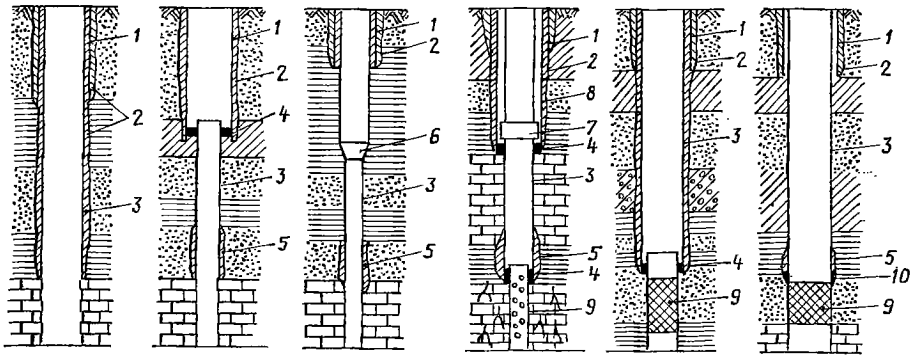


Рис. 1. Схема конструкций скважин при роторном бурении в наиболее часто встречающихся геологических условиях:

1 — кондуктор; *2* — затрубная цементация; *3* — эксплуатационная колонна; *4* — сальник; *5* — подбашмачная цементация; *6* — переходник; *7* — муфта с левой резьбой; *8* — техническая колонна· *9* — фильтр; *10* — манжета для цементации.

пример, трубы из стали прочности Д с диаметром условного прохода 245 мм и толщиной стеики 10 мм, а также муфты к ним обозначаются следующим образом: 245×10-Д ГОСТ 632—80 (трубы с короткой треугольной резьбой); 245-Д ГОСТ 632—80 (муфты к этим трубам); У-245×10-Д ГОСТ 632—80 (трубы с удлиненной треугольной резьбой); У-245-Д ГОСТ 632—80 (муфты к этим трубам); ОТТМ-245×10-Д ГОСТ 632—80 (трубы с трапецеидальной резьбой); ОТТМ-245-Д ГОСТ 632—80 (муфты нормальные к этим трубам); ОТТМ-245-Д-С

1. Стальные бесшовные трубы и муфты к ним

Диаметр условного прохода, мм	Труба			Муфта		
	Толщина стенки, мм	Внутренний диаметр, мм	Масса 1 м, кг	Наружный диаметр, мм	Длина, мм	Масса, кг
Трубы с короткой треугольной резьбой						
114	5,2	103,9	14	127 (133)	158	3,7 (5,2)
	5,7	102,9	15,2			
	6,4	101,5	16,9			
	7,4	99,5	19,4			
	8,6	97,1	22,3			
127	5,6	115,8	16,7	141,3 (146)	165	4,6 (6,3)
	6.4	114,2	19,1			
	7,5	112	22,1			
	9,2	108,6	26,7			

Продолжение табл 1

Диаметр условного прохода, мм	Труба			Муфта		
	Толщина стенки, мм	Внутренний диаметр, мм	Масса 1 м, кг	Наружный диаметр, мм	Длина, мм	Масса, кг
140	6,2 7 7,7 9,2 10,5	127,3 125,7 124,3 121,3 118,7	20,4 22,9 25,1 29,5 33,6	153,7 (159)	171	5,2 (7)
146	6,5 7 7,7 8,5 9,5 10,7	133,1 132,1 130,7 129,1 127,1 124,7	22,3 24 26,2 28,8 32 35,7	166	177	8
168	7,3 8,9 10,6 12,1	153,7 150,5 147,1 144,1	29 35,1 41,2 46,5	187,7	184	9,1
178	5,9 6,9 8,1 9,2 10,4 11,5 12,7	166 164 161,6 159,4 157 154,8 152,4	24,9 29,1 33,7 38,2 42,8 47,2 51,5	194,5 (198)	184	8,3 (10)
194	7,6 8,3 9,5 10,9 12,7	178,5 177,1 174,7 171,9 168,3	35 38,1 43,3 49,2 56,7	215,9	190	12,2
219	6,7 7,7 8,9 10,2 11,4 12,7 14,2	205,7 203,7 201,3 198,7 196,3 193,7 190,7	35,1 40,2 46,3 52,3 58,5 64,6 71,5	244,5	196	16,2
245	7,9 8,9 10 12 13,8 11,1	228,7 226,7 224,5 220,5 216,9 222,3	46,2 51,9 58 68,7 78,7 63,6	269,9	196	17,9

Продолжение табл. 1

Диаметр условного прохода, мм	Труба			Муфта		
	Толщина стенки, мм	Внутренний диаметр, мм	Масса 1 м, кг	Наружный диаметр, мм	Длина, мм	Масса, кг
273	7,1	258,9	46,5	298,5	203	20,7
	8,9	255,3	57,9			
	10,2	252,7	65,9			
	11,4	250,3	73,7			
	12,6	247,9	80,8			
	13,8	245,5	88,5			
	15,1	242,9	96,1			
	16,5	240,1	104,5			
299	8,5	281,5	60,5	323,9	203	22,5
	9,5	279,5	67,9			
	11,1	276,3	78,3			
	12,4	273,7	87,6			
	14,8	268,9	103,5			
324	8,5	306,9	66,1	351	203	23,4
	9,5	304,9	73,6			
	11	301,9	84,8			
	12,4	299,1	95,2			
	14	295,9	106,9			
340	8,4	322,9	68,5	365,1	203	25,5
	9,7	320,3	78,6			
	10,9	317,9	88,6			
	12,2	315,3	98,5			
	13,1	313,5	105,2			23,4
	14	311,7	112,2			
	15,4	308,9	123,5			
351	9	333	75,9	376	229	29
	10	331	84,1			
	11	329	92,2			
	12	327	100,3			
377	9	359	81,7	402	229	31
	10	357	90,5			
	11	355	99,3			
	12	353	108			
406	9,5	387,4	93,2	431,8	228	35,9
	11,1	384,2	108,3			
	12,6	381,2	122,1			
	16,7	373	160,1			
426	10	406	102,7	451	229	37,5
	11	404	112,6			
	12	402	122,5			

Продолжение табл. 1

Диаметр условного прохода, мм	Труба			Муфта		
	Толщина стенки, мм	Внутренний диаметр, мм	Масса 1 м, кг	Наружный диаметр, мм	Длина, мм	Масса, кг
473	11,1	450,9	125,9	508	228	54
508	11,1 12,7 16,1	485,8 482,6 475,8	136,3 155,1 195,6	533,4	228	44,6
	Трубы с удлиненной треугольной резьбой (У)					
114	6,4 7,4 8,6 10,2	101,5 99,5 97,1 93,9	16,9 18,4 22,3 26,7	127 (133)	177	4,1 (5,6)
127	6,4 7,5 9,2 10,7	114,2 112 108,6 105,6	19,1 22,1 26,7 30,7	141,4 (146)	196	5,7 (7)
140	7 7,7 9,2 10,5	125,7 124,3 121,3 118,7	22,9 25,1 29,5 33,6	153,7 (159)	203	6,4 (8,5)
146	7 7,7 8,5 9,5 10,7	132,1 130,7 129,1 127,1 124,7	24 26,2 28,8 32 35,7	166	215	9,7
168	7,3 8,9 10,6 12,1	153,7 150,5 147,1 144,1	29 35,1 41,2 46,5	187,7	222	11,3
178	8,1 9,2 10,4 11,5 12,7 13,7 15	161,6 159,4 157 154,8 152,4 150,4 148	33,7 38,2 42,8 47,2 51,5 55,5 60,8	194,5 (198)	228	10,7(12,4)
194	8,3 9,5 10,9 12,7 15,1	177,1 174,7 171,9 168,3 163,5	38,1 43,3 49,2 56,7 66,5	215,9	235	15,5

Продолжение табл. 1

Диаметр условного прохода, мм	Труба			Муфта		
	Толщина стенки, мм	Внутренний диаметр, мм	Масса 1 м, кг	Наружный диаметр, мм	Длина, мм	Масса, кг
219	8,9 10,2 11,4 12,7 14,2	201,3 198,7 196,3 193,7 190,7	46,3 52,3 58,5 64,6 71,5	244,5	254	21,6
245	8,9 10 11,1 12 13,8 15,9	226,7 224,5 222,3 220,5 216,9 212,7	51,9 58 63,6 68,7 78,7 89,5	269,9	266	25,3
Трубы с трапецеидальной резьбой (ОТТМ)						
114	6,4 7,4 8,6 10,2	101,5 99,5 97,1 93,9	16,9 19,4 22,3 26,7	127 (133)	170	4 (5,6)
127	6,4 7,5 9,2 10,7	114,2 112 108,6 105,6	19,1 22,1 26,7 30,7	141,3 (146)	174	4,8 (6,6)
140	6,2 7 7,7 9,2 10,5	127,3 125,7 124,3 121,3 118,7	20,4 22,9 25,1 29,5 33,6	153,7 (159)	182	5,3 (7,3)
146	6,5 7 7,7 8,5 9,5 10,7	133,1 132,1 130,7 129,1 127,1 124,7	22,3 24 26,2 28,8 32 35,7	166	182	7,9
168	7,3 8,9 10,6 12,1	153,7 150,5 147,1 144,1	29 35,1 41,2 46,5	187,7	190	9,5
178	6,9 8,1 9,2 10,4 11,5 12,7 13,7 15	164 161,6 159,4 157 154,8 152,4 150,4 148	29,1 33,7 38,2 42,8 47,2 51,5 55,5 60,8	194,5 (198)	198	8,6 (10,5)

Продолжение табл 1

Диаметр условного прохода, мм	Труба			Муфта		
	Толщина стенки, мм	Внутренний диаметр, мм	Масса 1 м, кг	Наружный диаметр, мм	Длина, мм	Масса, кг
194	7,6	178,5	35	215,9	206	13,4
	8,3	177,1	38,1			
	9,5	174,7	43,3			
	10,9	171,9	49,2			
	12,7	168,3	56,7			
	15,1	163,5	66,5			
219	7,7	203,7	40,2	244,5	218	18
	8,9	201,3	46,3			
	10,2	198,7	52,3			
	11,4	196,3	58,5			
	12,7	193,7	64,6			
	14,2	190,7	71,5			
245	7,9	228,7	46,2	269,9	218	19,9
	8,9	226,7	51,9			
	10	224,5	58			
	11,1	222,3	63,6			
	12	220,5	68,7			
	13,8	216,9	78,7			
	15,9	212,7	89,5			
273	8,9	255,3	57,9	298,5	218	22,2
	10,2	252,7	65,9			
	11,4	250,3	73,7			
	12,6	247,9	80,8			
	13,8	245,5	88,5			
	15,1	242,9	96,1			
	16,5	240,1	104,5			
299	9,5	279,5	67,9	323,9	218	24,1
	11,1	276,3	78,3			
	12,4	273,7	87,6			
	14,8	268,9	103,5			
324	8,5	306,9	66,1	351	218	25,1
	9,5	304,9	73,6			
	11	301,9	84,8			
	12,4	299,1	95,2			
	14	295,9	106,9			
340	9,7	320,3	78,6	365,1	218	27,3
	10,9	317,9	88,6			
	12,2	315,3	98,5			
	13,1	313,5	105,2			
	14	311,7	112,2			
	15,4	308,9	123,5			
Трубы с высокогерметичными соединениями (ОТТГ)						
114	8,6	97,1	22,3	127 (133)	205	4,8 (6,8)
	10,2	93,9	26,7			

Продолжение табл. 1

Диаметр условного прохода, мм	Труба			Муфта		
	Толщина стенки, мм	Внутренний диаметр, мм	Масса 1 м, кг	Наружный диаметр, мм	Длина, мм	Масса, кг
127	9,2 10,7	108,6 105,6	26,7 30,7	141,3 (146)	210	5,8 (7,9)
140	9,2 10,5	121,3 118,7	29,5 33,6	153,7 (159)	218	7 (9,1)
146	8,5 9,5 10,7	129,1 127,1 124,7	28,8 32 35,7	166	218	9,5
168	8,9 10,6 12,1	150,5 147,1 144,1	35,1 41,2 46,5	187,7	225	11,3
178	9,2 10,4 11,5 12,7 13,7 15	159,4 157 154,8 152,4 150,4 148	38,2 42,8 47,2 51,5 55,5 60,8	194,5 (198)	234	10,6(13.9)
194	9,5 10,9 12,7 15,1	174,7 171,9 168,3 163,5	43,3 49,2 56,7 66,5	215,9	242	15,7
219	8,9 10,2 11,4 12,7 14,2	201,3 198,7 196,3 193,7 190,7	46,3 52,3 58,5 64,6 71,5	244,5	254	21,6
245	8,9 10 11,1 12 13,8 15,9	226,7 224,5 222,3 220,5 216,9 212,7	51,9 58 63,6 68,7 78,7 89,5	269,9	254	23,9
273	8,9 10,2 11,4 12,6 13,8 15,1 16,5	255,3 252,7 250,3 247,9 245,5 242,9 240,1	57,9 65,9 73,7 80,8 88,5 96,1 104,5	298,5	254	26,7

Примечание. В скобках приведены значения для исполнения Б, если они отличаются от значений для исполнения А.

ГОСТ 632—80 [муфты специальные с уменьшенным наружным диаметром) к этим трубам]; ОТТГ-245×10-Д ГОСТ 632—80 (трубы с высокогерметичным соединением); ОТТГ-245-Д ГОСТ 632—80 (муфты нормальные к этим трубам); ОТТГ-245-Д-С ГОСТ 632—80 [муфты специальные (с уменьшенным наружным диаметром) к этим трубам].

Для труб и муфт исполнения А после обозначения стандарта ставится буква А.

При необходимости устройства безмуфтовых колонн и больших нагрузках на колонну в качестве обсадных применяют стальные бесшовные горячедеформированные трубы (ГОСТ 8732—78) диаметром 168 и 219 мм с толщиной стенки 9—15 мм Соединяют их способом «труба в трубу» (на одном конце трубы нарезают внутреннюю, а на другом — наружную резьбу). Для водозаборных скважин диаметром 150 мм применяют обсадные трубы геолого-разведочного стандарта (ГОСТ 6238—77) двух типов: безниппельные диаметром 73 и 89 мм, соединяемые способом «труба в трубу», и ниппельные диаметром 73, 89, 108, 127, 146 мм, соединяемые при помощи ниппелей Шаг соединительной резьбы труб и ниппелей — 4 мм; длина труб — 1,5—6 м. Изготовляются из сталей групп прочности Д, К и М. Для крепления стенок скважин больших диаметров используют стальные электросварные трубы (табл. 2) наружным диаметром 426—1420 мм (ГОСТ 10704—76*), соединяемые электро- и газосваркой.

2. Трубы стальные электросварные

Наружный диаметр, мм	Масса 1 м трубы, кг, при толщине стенки, мм									
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
426	52	62	72,3	82,5	92,6	102,6	112,6	122,5	—	—
478	58	70	81,3	92,7	104,1	115,4	126,7	137,9	—	—
529	—	97,4	—	102,8	115,4	128	140,5	153	—	—
630	—	98,3	—	122,7	137,8	152,9	167,9	182,9	—	—
720	—	—	—	—	157,8	175,1	192,3	209,5	—	—
820	—	—	—	—	180	199,8	219,5	239,1	258,7	278,3
920	—	—	—	—	202,2	224,4	246,6	268,7	290,8	312,8
1020	—	—	—	—	224,4	249,1	273,7	298,3	322,8	347,3
1120	—	—	—	—	—	273,7	300,8	327,9	354,9	381,8
1220	—	—	—	—	—	298,4	328	357,5	387	416,4
1320	—	—	—	—	—	323	355	387	418	450,9
1420	—	—	—	—	—	—	382,2	416,7	451,1	485,4

Диаметр трубы и толщину стенки выбирают в зависимости от глубины и диаметра скважины, геологических условий и способа бурения. При проходке неглубоких скважин в несложных геологических условиях используют трубы с минимальной толщиной стенок, а при бурении в осложненных условиях, особенно в валунно-галечниковых отложениях, независимо от глубины скважины применяют трубы с утолщенными стенками.

Асбестоцементные и полимерные трубы. Наряду со стальными, для крепления скважин используют асбестоцементные (табл. 3) и полимерные трубы.

Асбестоцементные трубы значительно легче металлических, они не подвержены коррозии, дают экономию 50—60 кг металла на 1 м скважины и снижение стоимости на 60—65 %. Их недостатки: хрупкость и ограниченная прочность на гидростатический напор (0,9—1,2 МПа), непригодность для забивки или посадки расхаживанием, большая толщина стенки, требующая на 75—100 мм увеличения диаметра скважины по сравнению с металлическими трубами Применение этих труб ограничено глубиной 100 м.

Для соединения асбестоцементных труб в обсадную колонну применяются: асбестоцементные муфты с прямоугольной ленточной резьбой; асбестоцементные муфты на 6 нагелях; прямоугольная ленточная резьба «труба в трубу»; стальные чугунные муфты с резьбой. В качестве обсадных рекомендуется использовать асбестоцементные трубы, рассчитанные на давление не ниже 0,6 МПа. т. е. трубы ВТ6, ВТ9, ВТ12. Трубы ВТ6 применяются до глубины 30—40 м.

В качестве обсадных применяются трубы из полиэтилена (ГОСТ 18599—75*) и поливинилхлорида (ТУ МХП 6-0,5-1573-72). Основные преимущества — высокая коррозионная устойчивость и малая масса. Однако малая масса является и недостатком, так как колонна полиэтиленовых

3. Трубы асбестоцемеитные водопроводные (ГОСТ 539—80)

Диаметр условного прохода, мм	Внутренний диаметр, мм	Наружный диаметр обточенных концов, мм	Толщина стенок обточенных концов, мм	Длина трубы, мм	Масса одной трубы, кг
50	50	68	9		9,8
75	75	93	9		14
100	100	122	11	2950	21,7
125	119	143	12		28
150	141	169	14		40,3
200	189	221	16		80,4
250	235	273	19		118,6
300	279	325	23		169,6
350	322	376	27	3925	230,3
400	368	428	30		294
500	456	532	38		470,4
600	546	636	45		651,7

Примечание. Трубы ВНД-10 диаметром условного прохода 500 и 600 мм не изготавливаются

труб имеет положительную плавучесть и выталкивается из скважины; при посадке ее следует пригружать. Кроме того, полиэтиленовые трубы легко деформируются и подвержены температурным изменениям.

Недостаток скважин, оборудованных обсадными колоннами из асбестоцементных и полиэтиленовых труб, заключается в том, что дальнейшее бурение в них весьма затруднительно и они не подлежат ремонту.

ФИЛЬТРЫ И САЛЬНИКИ

Конструкция фильтров. В водоносных пластах, представленных рыхлыми отложениями или скальными неустойчивыми породами, в скважинах устанавливают фильтры (табл. 4, 5). Основное их назначение — стабилизация водоносного горизонта.

По конструкции каркаса рабочей части фильтры бывают трубчатые и стержневые (рис 2) Водоприемной фильтрующей поверхностью у них служат: боковая поверхность самого каркаса, проволочная обмотка, штампованный лист, металлические либо пластмассовые сетки, гравийная или песчано-гравийная обсыпка, подаваемая на забой скважины, такая же обсыпка в кожухе вокруг отдельных звеньев рабочей части каркаса (кожуховые фильтры), пористый бетон (блочные фильтры).

Гравийные фильтры сооружают с одно- и двухслойной обсыпкой. Диаметр фракций должен соответствовать гранулометрическому составу водоносного горизонта и составлять $(8 \div 12)d_{50}$ (d_{50} — размер частиц, соответствующий 50 %-ному содержанию их в пробе из водоносного горизонта). При двухслойной обсыпке тщательно подбирают первый слой, контактирующий с грунтом. Этот слой — основной, фильтрационный, второй и последующие — каркасные, поддерживающие первый слой. Отношение размеров частиц разных слоев обсыпки должно быть меньшим, чем отношение диаметров частиц первого (контактного) слоя и грунта; мощность контактного слоя должна быть больше мощности каркасного.

4. Основные параметры и конструктивные особенности фильтров [17]

Типы фильтров	Конструктивные особенности	Материалы для изготовления
	Фильтры на каркасах из стержней	
Без дополнительной водоприемной поверхности	Скважность — 60—65 %; ширина просвета между стержнями зависит от характера рыхлых или трещиноватых скальных пород (известняков, песчаников)	Сталь прутковая марок Ст. 3, Ст. 5, Ст. 7 диаметром 12, 14, 16 мм; соединительные патрубки и опорные кольца — из горячекатаных труб. Защита опорных каркасов от коррозии — кремнийорганической краской ВН-30 или нанесением полиэтилена
С водоприемной поверхностью из проволочной обмотки	Скважность водоприемной поверхности в зависимости от толщины проволоки и просвета — 30—60 %	Обмотка опорных каркасов — проволокой из нержавеющей стали диаметром 2—4 мм; крепление проволочной обмотки — эпоксидной смолой ЭД-5 или ЭД-6
То же, из штампованного (просечного) листа	Скважность листа в зависимости от ширины и высоты щели — 18—30 %	Штампованный лист из нержавеющей стали толщиной 0,8—1 мм
То же, из сеток	Подбор сетки по расчету в зависимости от крупности частиц породы водоносного горизонта	Проволочная обмотка под сетку из нержавеющей стали с шагом 10—15 мм; сетка из нержавеющей стали или латуни гладкого либо квадратного плетения
	Фильтры на трубчатых каркасах	
С круглой или щелевой перфорацией без дополнительной водоприемной поверхности	Скважность каркаса — 20—25 %; диаметр отверстий при установке в скальных и галечниковых породах — 15—25 мм, в других породах — по расчету; ширина щелей — 10—30, длина — 200—300 мм	Трубы горячекатаные, электросварные; полиэтиленовые, поливинилхлоридные, асбестоцементные
С водоприемной поверхностью из проволочной обмотки	Скважность — 30—60 %. Зазор между витками проволоки в зависимости от крупности частиц породы или обсыпки — по расчету	Подкладочная проволока из стали марок Ст.3, Ст.5 диаметром 5—10 мм; проволочная обмотка из нержавеющей стали диаметром 2—4 мм; закрепление ее по стержням эпоксидной смолой ЭД-5 или ЭД-6
То же, из штампованного (просечного) листа с отверстиями различной конфигурации	Скважность в зависимости от ширины и высоты щели — 18—30 %; между опорным каркасом и листом — дренажное пространство, отводящее воду внутрь фильтра	Штампованный лист из нержавеющей стали толщиной 0,8—1 мм; проволока подкладочная диаметром 5—10 мм; резиновый или хлорвиниловый шнур
То же, из сеток	Подбор сеток в зависимости от крупности частиц породы водоносного горизонта — по расчету	Подкладочные стержни из нержавеющей стали и синтетических сеток; сетки гладкого и квадратного плетения; сетка-семянка

Продолжение табл. 4

Типы фильтров	Конструктивные особенности	Материалы для изготовления
	Гравийные фильтры	
С обсыпкой на забое скважины	Уширение проходных отверстий с учетом гранулометрического состава гравийной обсыпки; в зависимости от гранулометрического состава пород и химического состава подземных вод гравийные обсыпки одно- или двухслойные, реже трехслойные	Водоприемные поверхности из проволоки, нержавеющей стали и штампованного листа; материалы, указанные выше
Кожуховые, собираемые на поверхности земли	В скважинах ограниченного диаметра с минимальной толщиной обсыпки 35—55 мм; обсыпка — без пылевато-глинистых частиц	Для удерживания гравийной обсыпки вокруг каркаса — стальная сетка квадратного плетения; возможно применение сеток квадратного плетения из полистирола или штампованной пленки или винипласта
То же, блочного типа	Подбор гранулометрического состава гравия с учетом добавок цемента и водоцементного фактора или других вяжущих полимерных материалов	Блоки гравийные из пористого бетона

5. Фильтры Дрогобычского экспериментального завода

Марка	Диаметр условного прохода, мм	Наружный диаметр, мм		Скважность, %	Средняя масса секции, кг
		по фильтру	по муфте		
ФТ5Ф1	125	146	168	22	60
ФТ6Ф1	150	168	188	15	85
ФТ8Ф1	200	219	245	18	109
ФТ10Ф1	250	273	299	18	155
ФТП5Ф2	125	160	168	30—45	67
ФТП6Ф2	150	182	188	29—43	67
ФТП8Ф2	200	233	245	28—42	118
ФТП10Ф2	250	289	299	22—32	167
ФТЛ5Ф4	125	160	168	25—30	72
ФТЛ6Ф4	150	182	188	25—30	101
ФТЛ8Ф4	200	233	245	25—30	130
ФТЛ10Ф4	250	287	299	25—30	179
ФС5Ф3	125	174	168	52	76
ФС6Ф3	150	196	188	58	96
ФС8Ф3	200	247	245	60	121
ФС10Ф3	250	301	299	61	151
ФСП5Ф7	125	178	168	29—39	69
ФСП6Ф7	150	200	188	29—36	79
ФСП8Ф7	200	251	245	29—36	105
ФСП10Ф7	250	289	299	29—36	152
ФСЛ5Ф11	125	176	168	44	79
ФСЛ6Ф11	150	198	188	45	89
ФСЛ8Ф11	200	249	245	46	118
ФСЛ10Ф11	250	303	299	46	147

Применять для обсыпки гравий неоднородного состава нецелесообразно из-за расслоения его в процессе засыпки с образованием слоев плотных и крупнозернистых, через которые возможна суффозия Правильно подобранная обсыпка должна допускать пескование скважин лишь в период строительной и опытной откачек.

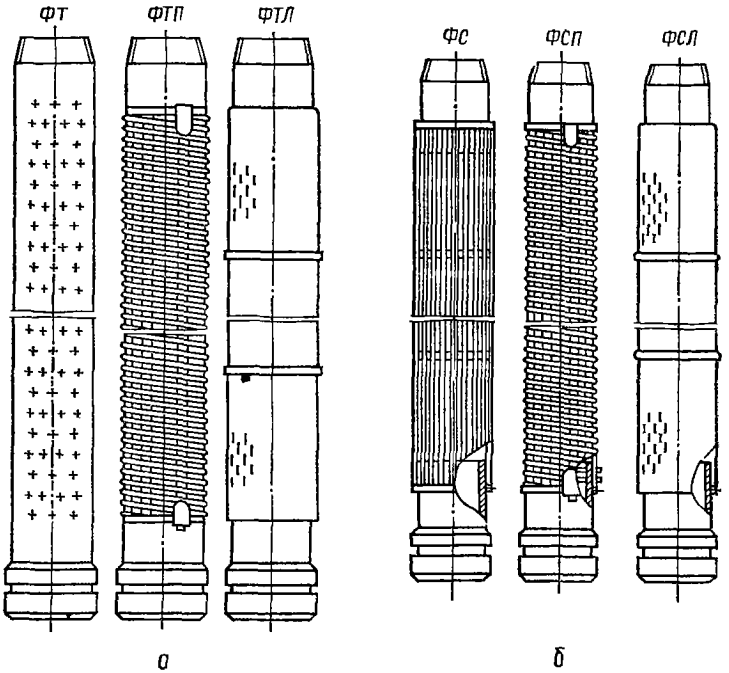


Рис. 2 Конструкции фильтров на основе трубчатых перфорированных (*а*) и стержневых (*б*) каркасов.

Для фильтров следует применять сетки квадратного и гладкого (галунного) плетения из латунной проволоки или нержавеющей стали (табл. 6, 7), а также штампованные из пластмасс и других материалов, стойких к коррозии и обладающих необходимой прочностью. Сетка квадратного плетения состоит из латунных проволок равного сечения (круглого или квадратного), переплетающихся под прямым углом. Эти сетки применяют в фильтрах при добыче воды из крупно- и разнозернистых песков Сетка гладкого (галунного) плетения сделана из продольных проволок утолщенного сечения (основы) и поперечных тонких проволок (утка́). В отличие от сеток квадратного плетения в утке сеток гладкого плетения проволоки плотно прижаты друг к другу, в результате чего отверстия принимают извилистую форму.

Для изготовления фильтров следует использовать материалы, допущенные Главным санитарно-эпидемиологическим управлением Министерства здравоохранения СССР.

Подбор фильтров. При оборудовании скважин фильтры подбирают согласно СНиП II-31-74:

для полускальных неустойчивых пород, а также щебенистых и галечниковых пород с преобладающей крупностью частиц щебня и гальки 20—100 мм (более 50 % по массе) — трубчатые с круглой и щелевой перфорацией и стержневые;

для гравия, гравелистого песка с крупностью частиц до 10 мм и с преобладающей крупностью частиц 2—5 мм (более 50 % по массе) — трубчатые с круглой и щелевой перфорацией и с водоприемной поверхностью из проволочной обмотки или из штампованного стального листа, а также стержневые с обмоткой

проволокой из нержавеющей стали или с водоприемной поверхностью из штампованного листа;

для крупных песков с преобладающим размером частиц 1—2 мм (более 50 % по массе) — трубчатые со щелевой перфорацией и с водоприемной поверхностью из проволочной обмотки, штампованного листа или сетки квадратного плетения, а также стержневые с водоприемной поверхностью из проволочной обмотки, стального штампованного листа или сетки квадратного плетения;

6. Проволочные сетки квадратного плетения (ГОСТ 6613—73*)

Номер сетки	Диаметр проволоки, мм	Число проволок на 25,4 мм сетки	Число ячеек на 1 см² сетки	Площадь живого сечения сетки, %	Номер сетки	Диаметр проволоки, мм	Число проволок на 25,4 мм сетки	Число ячеек на 1 см² сетки	Площадь живого сечения сетки, %
2,6	0,5	32,3	10,4	70,3	0,4	0,15	182	331	53
2,5	0,5	33,3	11,2	70	0,355	0,15	200	400	49
2	0,5	40	16	64	0,315	0,14	222	494	46
1,6	0,45	49	23,8	60,8	0,28	0,14	238	567	44,5
1,25	0,4	59	34,6	58,5	0,25	0,13	264	694	43,3
1	0,35	74	54,9	55	0,224	0,13	278	763	40,8
0,9	0,35	80	64	42,3	0,2	0,13	303	918	36,7
0,8	0,3	91	82,6	53	0,18	0,13	323	1040	33,8
0,7	0,3	99	98	48	0,16	0,12	385	1480	32,7
0,63	0,25	114	130	48	0,15	0,1	400	1600	36
0,6	0,25	118	139	49,8	0 14	0,09	435	1890	38
0,56	0,23	126,5	160	51	0,125	0,09	465	2130	33,8
0,5	0,22	139	193	48,2	0,112	0,08	515	2630	34,7
0,45	0,18	159	252	50,9	0,105	0,075	566	3240	37
0,42	0,15	125	308	54	0,1	0,07	588	3460	34,6

7. Проволочные сетки гладкого (галунного) плетения (ГОСТ 3187—76)

Номер сетки	Номинальное число проволок на 25,4 мм		Номинальный диаметр проволоки, мм		Номер сетки	Номинальное число проволок на 25,4 мм		Номинальный диаметр проволоки, мм	
	основа	уток	основа	уток		основа	уток	осиова	уток
24	24	260	0,7	0,4	64	64	485	0,35	0,22
28	28	260	0,6	0,4	68	68	485	0,35	0,22
32	32	260	0,6	0,4	72	72	550	0,3	0,2
36	36	260	0,5	0,4	76	76	550	0,3	0 2
40	40	325	0,5	0,35	80	80	600	0,28	0,18
44	44	360	0,45	0,3	90	90	645	0,28	0,16
48	48	360	0,45	0,3	100	100	670	0,25	0,16
52	52	390	0,45	0,28	120	120	670	0,22	0,16
56	56	390	0,4	0,28	160	160	820	0,2	0,14
60	60	390	0,4	0,28	200	200	870	0,18	0,12

для средних песков с преобладающей крупностью частиц 0,25—0,5 мм (более 50 % по массе) — трубчатые и стержневые с водоприемной поверхностью из сеток гладкого (галунного) плетения, а также с однослойной гравийной обсыпкой (гравийные);

для мелких песков с преобладающей крупностью частиц 0,1—0,25 мм (более 50 % по массе) — трубчатые и стержневые с одно-, двух- или трехслойной песчаной либо песчано-гравийной обсыпкой (гравийные), а также блочные.

Трубчатые стальные фильтры допускается применять для скважин любой глубины. Стержневые фильтры обладают лучшими гидравлическими свойствами

и обеспечивают более эффективную работу скважин, особенно при отборе подземных вод, кольматирующих фильтры химическими соединениями. Они рекомендуются для скважин глубиной до 200 м.

Сальники. В скважинах, оборудованных фильтрами без гравийной обсыпки, в кольцевом пространстве между фильтровой и эксплуатационной колоннами устанавливают сальники. Принцип изготовления сальника в скважине заключается в том, что между двумя кольцами — нижним, наглухо закрепленным под верхней резьбой последней трубы фильтровой колонны, и верхним, надеваемым свободно на эту резьбу, — размещают материал, уплотняющийся в горизонтальном направлении при сжатии: резиновую манжету (цилиндр), резиновый разжимной сальник либо пеньковую сальниковую набивку. После установки фильтровой колонны на забой при вращении муфты надфильтрового патрубка или верхнего корпуса сальника верхнее кольцо сжимает резиновый цилиндр или сальниковую набивку либо расширяет резиновую самоуплотняющуюся манжету, плотно перекрывая кольцевое отверстие между трубами.

При кольцевых зазорах более 100 мм на сторону применяют деревянные сальники-втулки длиной 0,4—0,6 м с заостренным нижним краем, внешний диаметр которого меньше внутреннего диаметра труб эксплуатационной колонны и больше наружного диаметра фильтровой колонны. Деревянную втулку после спуска в скважину вводят заостренным краем в зазор между трубами и загоняют ударами сверху колотушкой. Разбухая в воде, дерево перекрывает кольцевое пространство. Так же устанавливают свинцовые и резиновые разжимные сальники, изготавливаемые из тонкоизмельченных отходов резины.

НАДСКВАЖИННЫЕ СООРУЖЕНИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ УСТЬЯ СКВАЖИНЫ

Насосные станции служат для защиты оборудования и самой скважины от атмосферных влияний и поверхностных вод, а также для предотвращения доступа к оборудованию и скважине посторонних лиц. Насосные станции с насосом типа ЭЦВ бывают двух типов: подземные и наземные. По условиям эксплуатации предпочтение следует отдавать подземным станциям. Проекты предусматривают строительство насосных станций из унифицированных сборных железобетонных изделий, монолитного железобетона и кирпича.

Подземные насосные станции (рис. 3), в зависимости от подачи насосов и типа расходомера воды, размещаемого в отдельной камере, сооружаются трех видов (ТП 901-2-46, тип I или ТП 901-2-116): из двух камер диаметром 1,5 м (насосы ЭЦВ-6 и ЭЦВ-8 с водомером или дифманометром); из двух камер диаметром 2 м (насосы ЭЦВ-8, ЭЦВ-10 и ЭЦВ-12 с водомером или дифманометром); из двух камер диаметром 2 м и одной диаметром 1,5 м (насосы ЭЦВ-10 и ЭЦВ-12 с водомерами). Вантуз с задвижкой и водомер в двух первых случаях располагают в одной камере, в третьем случае — в раздельных камерах.

Расположение водомера в отдельной от скважины камере определяется удобством обслуживания и необходимостью иметь определенной длины прямые участки водовода до и после водомера. Длины этих участков определяют расстояние между камерами. Для размещения оборудования, арматуры и приборов, а также для удобства монтажа и эксплуатации высота камеры принята 2,4 м. Камеры перекрываются стандартным чугунным люком диаметром 0,7 м либо специально изготавливаемым сварным люком диаметром 1 м.

Заглубление насосной станции при строительстве в сухих грунтах определяется отметкой напорного трубопровода, исходя из условий промерзания грунта. При сооружении насосных станций в мокрых грунтах пол камеры закладывают на 0,5 м выше уровня грунтовых вод. Выступающую над поверхностью земли часть колодцев обсыпают местным грунтом, укрепляя поверхность защитного обвалования против размыва паводковыми водами. Камеры, в зависимости от условий строительства и экономической целесообразности, выполняют из унифицированных сборных железобетонных изделий, монолитного железобетона или кирпича. Вентиляция камер — естественная, через вентиляционную колонку.

Наземные насосные станции (ТП 901-2-46, тип II или ТП 901-2-115) сооружаются также трех видов: павильоны размером в плане 3×3 м (на-

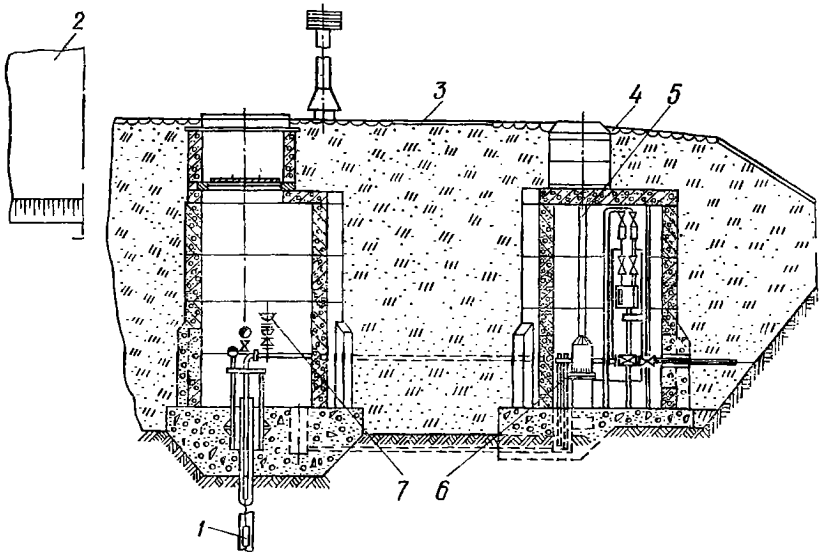


Рис 3 Подземная насосная станция:

1 — насос ЭЦВ; *2* — станция управления; *3* — одерновка, *4* — отмостка; *5* — отвод дренажной системы; *6* — электроды датчиков; *7* — вантуз.

сосы ЭЦВ-4, ЭЦВ-6 и ЭЦВ-8 с водомерами или дифманометрами); павильоны размером 3×4,5 м (насосы ЭЦВ-10 с водомерами и дифманометрами); павильоны размером 3×3 м с водомерным колодцем диаметром 1,5 м (насосы ЭЦВ-8, ЭЦВ-10 и ЭЦВ-12 с дифманометром). Для монтажа и демонтажа насосно-силового оборудования в покрытии зданий предусмотрен люк со съемными крышками. Фундаменты павильонов — ленточные, бутобетонные, стены — из кирпича, покрытия — монолитные, железобетонные. В ТП 901-2-115 предусмотрены сборные железобетонные и бетонные конструкции. Марка бетона при сооружении станций должна быть не ниже 200.

Оголовки скважин (рис. 4, табл 8) служат для обеспечения измерения уровней воды в скважине, монтажа и демонтажа водоподъемных механизмов, а также для предохранения скважины от попадания грунтовой воды, смазочных масел и посторонних предметов [19]. Для этого наружную колонну обсадных труб в верхней части бетонируют на глубину 0,8—1 м радиусом 0,4—0,5 м.

Устье скважины, особенно предназначенной для питьевого водоснабжения, герметизируют Герметизацию оголовков осуществляют уплотнительными сальниками, устанавливаемыми в отверстиях опорной плиты для ввода кабеля, проводов датчиков и трубки для замера уровней воды, а также резиновой прокладкой между опорной плитой и фланцем устьевого патрубка.

Герметичный оголовок состоит из устьевого патрубка и опорной плиты, соединенных между собой при помощи болтов, гаек и пружинных шайб. Устьевой патрубок бетонируют в фундамент устья скважины. Несоосность его относительно колонны обсадных труб не должна превышать 3 мм.

Если в устье скважины имеется кондуктор, опорную плиту можно устанавливать непосредственно на него, применив промежуточный переходной фланец. Стык опорной плиты и устьевого патрубка герметизируют с помощью резинового уплотнительного кольца, установленного в паз на опорной плите. На верхней плоскости опорной плиты размещены три сальника для уплотнения жил токоподводящего кабеля и сальник для уплотнения провода датчика «сухого хода». При отсутствии датчика «сухого хода» отверстие под сальник закрывают заглушкой. На опорной плите имеется закрывающееся металлической пробкой отверстие для замера уровня воды в скважине Оно может быть также использовано для хлорирования воды. К колену на опорной плите приварен штуцер для манометра.

После установки насоса скважину проверяют на герметичность. Для этого проходное отверстие колена и штуцер заглушают и через отверстие для замера уровня воды в скважину компрессором нагнетают сжатый воздух под давлением 0,5 МПа, предварительно смазав мыльным раствором стык опорной плиты и патрубка, а также сальник. Отсутствие пузырьков воздуха свидетельствует о хорошей герметизации скважины.

Некоторые особенности имеет оборудование оголовков самоизливающихся (фонтанирующих) скважин. Их устанавливают для предупреждения гидравлического удара при перекрытии скважины и разрушения ее водоприемной части.

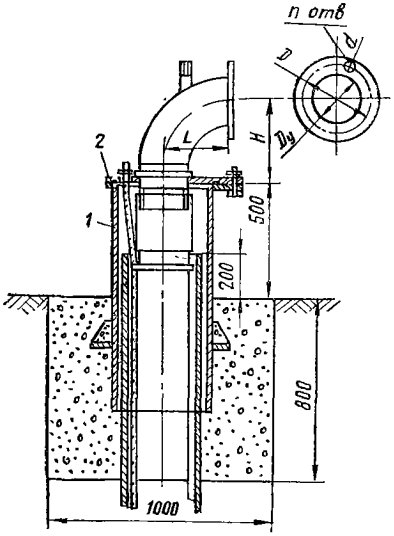


Рис. 4. Герметичный оголовок:
1 — устьевой патрубок; *2* — опорная плита

8. Основные размеры оголовков, мм [19]

Обозначение оголовка	D_y	H	L	D	d	n
ОГ-40	40	85	115	145	110	
ОГ-50, ОГ-51	50	105	140	160	125	4
ОГ-80, ОГ-81, ОГ-82	80	166	205	195	160	
ОГ-100, ОГ-101, ОГ-102	100	156	215	215	180	
ОГ-150, ОГ-151	150	231	295	280	240	8
ОГ-200, ОГ-201	200	308	360	335	295	

Примечание. Расшифровка обозначения: ОГ — оголовок герметичный; 50 — диаметр условного прохода, мм; цифра 1 или 2 — конструктивное исполнение

В зависимости от состава водоносного горизонта оголовки могут быть двух типов В устойчивых водоносных горизонтах (известняках, гранитах, сланцах, песчаниках и т. п.) применяют оголовки кранового типа, полностью останавливающие излив. Если фонтанирующая скважина эксплуатирует неустойчивый пласт, устанавливают краново-диафрагмовый оголовок, на диафрагменном отводе которого смонтирован вентиль. При использовании такой скважины сначала открывают диафрагменный, затем крановый отводы. В конце эксплуатации скважины сначала закрывают крановый отвод, а после прекращения пескования — диафрагменный. Это позволяет периодически очищать ствол от взвешенного песка, который может перекрыть фильтр песчаной пробкой.

ВОДОНАПОРНЫЕ БАШНИ И АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВОДОПОДЪЕМНЫЕ УСТАНОВКИ

Водонапорные башни служат для создания в водопроводной сети необходимого напора, регулирования водопотребления и создания запасов воды. В системах водоснабжения, где в качестве источника воды используются скважины, погружные насосы подают воду, как правило, в водонапорные башни. Для автоматизации подачи воды в башню в станции управления насосами предусматривают подключение беспоплавкового датчика, входящего в комплект насоса и устанавливаемого в баке водонапорной башни. Датчик уровня подвешен в водонапорной башне или резервуаре так, что приемное отверстие трубы располагается выше контактов верхнего уровня, но ниже кожуха датчика. Расстояние от датчика уровней до стенок бака — не менее 1 м.

Водонапорные башни располагают обычно на высоких отметках. Их сооружают, как правило, из железобетона; у шатровых башен стены — кирпичные, кровля — из рулонных материалов. Из бесшатровых металлических башен широко распространены башни конструкции А. А. Рожновского (табл. 9). Башня имеет цилиндрическую форму, сборноблочная с расширением в верхней части. Верхний бак и колонна заполняются водой. Такие башни могут работать без утепления в зимних условиях (толщина замерзания — 0,1—0,3 м).

9. Стальные унифицированные башни конструкции А. А. Рожновского (ТП 901-5-29)

Высота ствола, м	Вместимость бака, м³	Площадь застройки, м²	Строительный объем, м³	Расход	
				стали, т	бетона, м³
12	15	166	45,1	3,3	6,2
12	25	166	63	4,6	9,7
15	25	166	67	5,2	9,7
15	50	166	95	6,6	15,8
18	50	166	100	7	18,9
18	50	170	139,8	8,8	23,9
18	50	170	204,3	11,5	29,5

Автоматическая установка с гидропневматическим баком (рис. 5) состоит из насосного агрегата и комплекта оборудования для автоматического управления его работой, в который входят гидропневматический бак, реле давления, регулятор запаса воздуха, предохранительный клапан, манометр, шкаф с пусковой аппаратурой.

ПО «Кургансельмаш» выпускает автоматические установки типа ВУ с погружными насосами (табл. 10). Эти установки выпускаются также с горизонтальными и водоструйными насосами (например, ВУ-8-90 с насосом ВН-2Ц-6 для скважин диаметром 150 мм); поставляются заводом в комплекте с насосным агрегатом.

Принцип работы установок следующий. Вода, нагнетаемая насосом, через приемный клапан поступает по трубопроводу в гидропневматический бак. Заполняя бак, она сжимает воздух в нем до давления выключения (если расход воды из бака меньше подачи насоса или вообще отсутствует); при этом реле давления разрывает цепь питания электродвигателя насоса. При включенном насосе воду из бака подают потребителям под давлением сжатого воздуха. По мере расходования воды давление в баке падает. Когда оно достигает давления включения, реле давления с помощью магнитного пускателя вновь включает в сеть электродвигатель насоса — цикл работы повторяется.

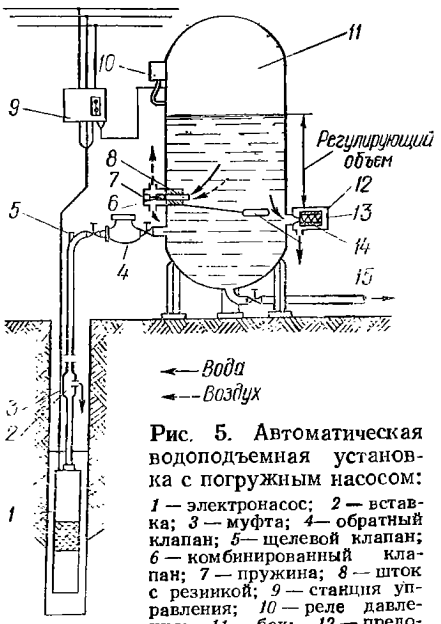


Рис. 5. Автоматическая водоподъемная установка с погружным насосом:
1 — электронасос; *2* — вставка; *3* — муфта; *4* — обратный клапан; *5* — щелевой клапан; *6* — комбинированный клапан; *7* — пружина; *8* — шток с резинкой; *9* — станция управления; *10* — реле давления; *11* — бак; *12* — предохранительный клапан; *13* — пружина; *14* — плунжер; *15* — поплавок.

Электрическая пусковая и управляющая аппаратура установки, обеспечивающая пуск и остановку электродвигателя в зависимости от давления в пневма-

тическом баке и водозаборе, защищает также электродвигатель от перегрузки и токов короткого замыкания. Частота включения зависит от объема разбираемой воды, но не превышает 8—12 раз в час.

Режим работы автоматики зависит от вместимости гидропневматического бака, подачи и мощности насосного агрегата. В связи с этим при выходе из строя насоса замену производят только насосом такой же марки.

10. Автоматические водоподъемные установки типа ВУ [11]

Марка установки	Подача, м³/ч	Полный напор, м (МПа)	Вместимость гидропневматического бака, л	Насосный агрегат		Диаметр скважины, мм
				Марка	Мощность электродвигателя, квт	
ВУ-2-20	2	20(0,2)		ЭЦВ-4-2,5-25	0,4	
ВУ-1,6-60	1,6	60(0,6)	160	ЭЦВ-4-1,6-65	0,75	100
ВУ-2-35	2	35(0,35)		ЭЦВ-4-2,5-40	0,75	
ВУ-4,5-170	4,5	170(1,7)	500	ЭЦВ-6-4-190	4,5	
ВУ-7-65	7,2	65(0,65)	800	ЭЦВ-6-6,3-85	2,8	
ВУ-7-115	7,2	115(1,15)	800	ЭЦВ-6-6,3-125	4,5	150
ВУ-10-75	10	75(0,75)	1250	ЭЦВ-6-10-80	4,5	
ВУ-10-180	10	180(1,8)	1250	ЭЦВ-6-10-185	8	

Конструкция автоматической водоподъемной установки обеспечивает длительную бесперебойную работу без участия человека. Необходимы только ежемесячный и годовой технический уход, а после 8 лет работы — гидравлическое испытание воздушно-водяного бака.

ЗОНЫ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ

В соответствии с Инструкцией по установлению зон санитарной охраны хозяйственно-питьевых водопроводов с подземными источниками водоснабжения, для водозаборов подземных вод устанавливаются два пояса санитарной охраны: первый — зона строгого режима и второй — зона ограничений.

Зона строгого режима предназначена для предотвращения случайного загрязнения воды непосредственно в водонапорных сооружениях. Согласно СНиП II-31-74, устанавливаются следующие границы первого пояса: для надежно защищенных горизонтов — не менее 30 м, для незащищенных и недостаточно защищенных — не менее 50 м. Для одиночных скважин, располагаемых на территории объектов, исключающих загрязнение почвы, расстояние от них допускается уменьшить соответственно до 15 и 25 м. Территорию зоны первого пояса ограждают забором либо засаживают по периметру сплошным кустарником. Всю незастроенную территорию обязательно закрепляют травосеянием. Для обеспечения работ по монтажу оборудования и ремонту скважин предусматривается сооружение подъездной автодороги. В пределах первой зоны запрещаются все виды строительства, проживание людей, выпас скота, применение для растений ядохимикатов, органических и некоторых видов минеральных удобрений.

В зоне ограничений запрещается сооружать объекты, опасные с точки зрения загрязнения подземных вод и нарушения нормальной эксплуатации водозаборов, — накопители сточных вод, промышленные бассейны, предприятия с токсическими сточными водами и технологическими растворами. Не допускается сброс хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод в подземные горизонты через скважины и горные выработки, а также запрещается проведение земляных работ с разрушением защитного слоя над водоносным горизонтом.

Границы второго пояса должны находиться на таком расстоянии, чтобы загрязнения, попавшие в водоносный горизонт на границе и за пределами этого пояса, никогда не могли достигнуть водозабора. При невозможности выполнения

этого условия, а также для малых водозаборов, рассчитанных на ограниченный срок эксплуатации, границу второго пояса размещают так, чтобы загрязнения могли достичь водозабор только в срок 25—50 лет, заведомо превышающий проектируемый период его работы.

При использовании глубоких артезианских горизонтов, хорошо защищенных сверху непроницаемыми породами и имеющих область питания на значительном удалении от участка размещения водозабора, второй пояс зоны санитарной охраны можно не предусматривать.

Если эксплуатируемый напорный горизонт связан с верхними безнапорными (или напорными) горизонтами, которые загрязнены или для которых имеется опасность загрязнения, второй пояс должен быть запроектирован; его размеры назначаются с учетом гидравлической взаимосвязи с соседними горизонтами. Это же относится и к водозаборам, располагающимся вблизи области выхода напорных водоносных горизонтов на поверхность.

ВОДОПОДЪЕМНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

ВЫБОР ТИПА ОБОРУДОВАНИЯ

Исходными данными, определяющими тип оборудования, являются фактические значения статического и динамического уровней, удельный дебит и общий дебит скважины. Кроме того, на выбор типа водоподъемного оборудования влияют диаметр эксплуатационной колонны скважины, необходимый напор над устьем скважины, наличие электроэнергии и т. п.

Наиболее распространенные водоподъемные установки — погружные электронасосы, а в отдельных случаях — эрлифты. На малодебитных скважинах, в основном при отсутствии электроэнергии, используют штанговые поршневые насосы.

Экономичны и удобны в эксплуатации погружные электронасосы, КПД которых составляет около 70 %. Широкий диапазон их напоров и дебитов позволяет подобрать необходимую марку насоса для любых гидрогеологических условий. Подача погружного насоса не должна превышать определенный откачкой эксплуатационный дебит скважины.

Применение эрлифтных установок экономически оправдано при эксплуатации водозабора из нескольких скважин, расположенных в непосредственной близости друг от друга.

НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ С ПОГРУЖНЫМИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ

Центробежные скважинные электронасосы. Насосы типа ЭЦВ с приводом от погружного электродвигателя (табл. 11) предназначены для подачи воды с общей минерализацией (сухой остаток) не более 1500 мг/л, водородным показателем 6,5—9,5, температурой до 25 °С, содержанием твердых механических примесей не более 0,01 % по массе, содержанием хлора 350, сульфатов — 500, сероводорода — 1,5 мг/л.

В состав насоса входят ступени радиального или полуосевого типа, подвод с защитной сеткой, обратный клапан и устройство для присоединения водоподъемного трубопровода. Каждая ступень состоит из рабочего колеса, передающего энергию электродвигателя перемещаемой воде, и лопаточного отвода, диффузные каналы которого образованы лопатками. Подвод служит для подведения воды к рабочему колесу первой ступени и соединения насоса с электродвигателем. Защитная сетка предназначена для предотвращения проникновения породы и других частиц в насос. Обратный клапан предусматривается для предотвращения обратного течения воды через насос.

Работа насоса основана на силовом взаимодействии лопастей вращающегося рабочего колеса с потоком воды. Вращающий момент передается электродвигателем через муфту вала насоса. При вращении рабочего колеса в потоке воды возникает разность давлений по обе стороны каждой лопасти. Силы давления лопастей на поток создают вынужденное вращательное движение воды, увеличивая ее давление и скорость. Всасываемая через сетку вода поступает в первое

11. Установки с центробежными насосами и погружными электродвигателями [19]

Марка установки	Насос		Электродвигатель			Масса агрегата, кг	Конструктивное исполнение	Марка системы автоматического управления
	Подача, м³/ч	Напор, м	Марка	Мощность, кВт	Номинальный ток, А			
ЭЦВ-4-1,6-30	1,6	30	ПЭДВ-0,4-93	0,4	3,2	25	1	САУНА-1-1
ЭЦВ-4-1,6-50	1,6	50	ПЭДВ-0,7-93	0,7	5,3	28	1	САУНА-1-1
ЭЦВ-4-1,6-65	1,6	65	1ПЭДВ-1-93	1	2,8	29	1	САУНА-1-1
ЭЦВ-4-1,6-85	1,6	85	1ПЭДВ-1-93	1	2,8	30	1	САУНА-1-1
ЭЦВ-4-1,6-130	1,6	130	1ПДВ-1,6-93	1,6	4,2	42	1	САУНА-1,6-1
ЭЦВ-4-4-30	4	30	ПЭДВ-0,7-93	0,7	5,3	25	1	САУНА-1-1
1ЭЦВ-4-4-45	4	45	1ПЭДВ-1-93	1	2,8	29	1	САУНА-1-1
1ЭЦВ-4-4-70	4	70	1ПЭДВ-1,6-93	1,6	4,2	33	1	САУНА-1,6-1
ЭЦВ 5-4-125	4	125	ПЭДВ-2,8-114	2,8	7,8	75	1	САУНА-2,8 1
ЭЦВ-5-6,3-80	6,3	80	ПЭДВ-2,8-114	2,8	7,8	75	1	САУНА-2,8-1
ЭЦВ-6-4-90	4	90	ПЭДВ-2,8-140	2,8	7	85	2а	САУНА-2,8-1
ЭЦВ-6-4-130	4	130	ПЭДВ-2,8-140	2,8	7	97	2а	САУНА-2,8-1
ЭЦВ-6-4-190	4	190	ПЭДВ-4,5-140	4,5	10,7	112	2а	САУНА-4,5-1
2ЭЦВ-6-6,3-85	6,3	85	ПЭДВ-2,8-140	2,8	7	85	2а	САУНА-2,8-1
1ЭЦВ-6-6,3-125	6,3	125	1ПЭДВ 4,5-140	4,5	10,7	102	2а	САУНА-4,5-1
ЭЦВ-6-6,3-175	6,3	175	ПЭДВ-5,5-140	5,5	10,7	112	2а	САУНА-5,5-1
ЭЦВ-6-6,3-250	6,3	250	ПЭДВ-8-140	8	18,3	128	2а	САУНА-8-1
3ЭЦВ-6-6,3-60	6,3	60	ПЭДВ-2-140	2	5,2	65	2а	САУНА-2-1
3ЭЦВ-6-6,3-85	6,3	85	ПЭДВ-2,8-140	2,8	7	85	2а	САУНА-2,8 1
3ЭЦВ-6-6,3-125	6,3	125	4ПЭДВ-4,5-140	4,5	10,7	97	2а	САУНА-4,5-1
1ЭЦВ-6-10-50	10	50	1ПЭДВ-2,8-140	2,8	7	73	2а	САУНА-2,8-1
ЭЦВ-6-10-80	10	80	1ПЭДВ-4,5-140	4,5	10,7	95	2а	САУНА-4,5 1
1ЭЦВ-6-10-80	10	80	ПЭДВ-4,5-140	4,5	10,7	82	2а	САУНА-4,5-1
ЭЦВ-6-10-110	10	110	ПЭДВ-5,5-140	5,5	12,7	98	2а	САУНА-5,5-1
1ЭЦВ 6-10-140	10	140	3ПДВ-8-140	8	18,3	116	2а	САУНА 8 1
1ЭЦВ-6-10-185	10	185	3ПДВ 8 140	8,	18,3	121	2а	САУНА-8-1
ЭЦВ-6-10-235	10	235	ПЭДВ-11-140	11	24,8	140	≠2а	САУНА-11-1
2ЭЦВ-6-16-50	16	50	ПЭДВ-4,5-140	4,5	10,7	84	2а	САУНА-4,5-1
2ЭЦВ-6-16-75	16	75	ПЭДВ-5,5-140	5,5	12,7	99	2а	САУНА-5,5-1
ЭЦВ-6-16-75	16	75	ПЭДВ-5,5-140	5,5	10,7	105	3	САУНА-5,5 1
ЭПН-6-16-75	16	75	АПД-136/2	5,5	15,5	100	2а	СУ-8М

ЭПН-6-16-110	16	110	АПД-136/2	8	20	105	2а	СУ-8М
ЭЦВ-8-16-110	16	110	ПЭДВ-8-180	8	18,3	170	2б	САУНА-11-1
ЭЦВ-8-25-70	25	70	ПЭДВ-8-140	8	18,3	168	2а	САУНА-11-1
3ЭЦВ-8-16-140	16	140	ПЭДВ-11-180	11	24,2	150	2б	САУНА-11-1
1ЭЦВ-8-25-100	25	100	4ПЭДВ-11-180	11	24,2	145	2а	САУНА-11-1
ЭЦВ-8-25-150	25	150	1ПЭДВ-16-180	16	35,6	202	2б	САУНА-16-1
ЭЦВ-8-25-195	25	195	3ПЭДВ-22-180	22	48,5	246	2а	САУНА-22-1
1ЭЦВ-8-25-300	25	300	ПЭДВ-32-180	32	69,7	390	3	САУНА-32-1
ЭЦВ-8-40-60	40	60	ПЭДВ-11-180	11	24,2	162	3	САУНА-11-1
ЭЦВ-8-40-65	40	65	ПЭДВ-11-180	11	24,2	270	3	САУНА-11-1
ЭЦВ-8-40-90	40	90	ПЭДВ-16-180	16	35,6	225	3	САУНА-16-1
ЭЦВ-8-40-165	40	165	ПЭДВ-32-180	32	69,7	360	3	САУНА-32-1-1
ЭЦВ-10-63-40Г	63	40	ПЭДВ-11-180Г	11	24,1	220	3	САУНА-11-1
2ЭЦВ-10-63-65	63	65	ПЭДВ-22-219	22	47,2	270	2а	САУНА-22-1
УЭЦВ-10-63-110	63	110	ПЭДВ-32-230	32	66	348	3	САУНА-32-1
2ЭЦВ-10-63-110	63	110	ПЭДВ-32-219	32	66	310	2а	САУНА-45-1
2ЭЦВ-10-63-150	63	150	ПЭДВ-45-219	45	92	400	2а	САУНА-45-1
2ЭЦВ-10-63-180	63	180	ПЭДВ-45-219	45	92	406	2а	САУНА-45-1
ЭЦВ-10-63-270	63	270	ПЭДВ-65-219	65	130	585	2а	САУНА-65-1
ЭЦВ-10-120-40Г	120	40	ПЭДВ-22-219Г	22	47,2	256	3	САУНА-22-1
УЭЦВ-10-63-270	63	270	ПЭДВ-65-230	65	132	727	3	САУНА-65-1
ЭЦВ-10-100-75	100	75	ПЭДВ-32-219	32	66	310	3	САУНА-32-1
1ЭЦВ-10-120-60	120	60	ПЭДВ-32-230	32	66,7	328	3	САУНА-32-1
ЭЦВ-10-160-35М	160	35	2ПЭДВ-22-230	22	47,2	290	3	САУНА-22-1
ЭЦВ-10-160-65	160	65	ПЭДВ-45-230	45	92	408	3	САУНА-45-1
ЭЦВ-12-160-65	160	65	ПЭДВ-45-270	45	93,3	400	3	САУНА-45-1
ЭЦВ-12-160-100	160	100	1ПЭДВ-65-270	65	180	470	3	САУНА-65-1
ЭЦВ-12-160-140	160	140	1ПЭДВ-90-270	90	180	605	3	САУНА-90-1
ЭЦВ-12-210-25	210	25	ПЭДВ-22-230	22	47,2	250	3	САУНА-22-1
ЭЦВ-12-210-55	210	55	1ПЭДВ-45-270	45	93,3	395	3	САУНА-45-1
УЭЦВ-12-210-85	210	85	ПЭДВ-65-230	65	132	563	3	САУНА-65-1
ЭЦВ-12-210-145	210	145	5ПЭДВ-125-270	125	260	800	3	САУНА-125-1
ЭЦВ-12-255-30М	255	30	5ПЭДВ-32-230	32	66,7	291	3	САУНА-32-1
ЭЦВ-12-375-30	375	30	2ПЭДВ-45-230	45	92	360	3	САУНА-45-1
ЭЦВ-12-375-60	375	60	1ПЭДВ-90-270	90	180	370	3	САУНА-90-1
1ЭЦВ-14-120-540К	120	540	1ПЭДВ-250-320М	250	66	1993	3	КУПИНА-61М-1
ЭЦВ-14-210-300К	210	300	1ПЭДВ-250-320К	250	66	1800	3	КУПИНА-61М-1
ЭЦВ-16-375-175К	375	175	1ПЭДВ-250-320К	250	66	1717	3	КУПИНА-61М-1

центробежное рабочее колесо, откуда под давлением выходит в лопаточный отвод, затем направляется на вход следующего рабочего колеса и в следующий лопаточный отвод, из которого по колонне водоподъемных труб подается на поверхность.

Диаметр труб водоподъемной колонны зависит от подачи насоса и принимается в соответствии с заводскими рекомендациями (табл. 12). В качестве водоподъемных применяются насосно-компрессорные (табл. 13) и обсадные (см. табл. 1) трубы.

12. Водоподъемные трубопроводы погружных электронасосов [19]

Тип водоподъемного трубопровода	Марка насоса
48-4-Д	ЭЦВ-4 (все)
УК-40	ЭЦВ-5 (все)
60-5-Д	ЭЦВ-6, кроме ЭЦВ-6-16-50 и ЭЦВ-6-16-75
73-5,5-Д	ЭЦВ-6-16-50, ЭЦВ-6-16-75
89-6,5-Д	ЭЦВ-8-16-110, ЭЦВ-8-16-140, 1ЭЦВ-8-25-70Г, ЭЦВ-8-25-100, ЭЦВ-8-25-150, ЭЦВ-8-25-185
114-7-Д	1ЭЦВ-8-25-300, ЭЦ-8-40-60, ЭЦВ-8-40-65, ЭЦВ-8-40-90, ЭЦВ-8-40-165, ЭЦВ-10-63-40Г, 1ЭЦВ-10-63-65, ЭЦВ-10-63-110, 1ЭЦВ-10-63-110, 1ЭЦВ-10-63-150, 1ЭЦВ-10-63-180, ЭЦВ-10-63-270
168-6-Д	ЭЦВ-10-120-40Г, ЭЦВ-10-160-15Г, ЭЦВ-10-160-35Г
168-9-Д	1ЭЦВ-10-120-60, ЭЦВ-10-160-65, ЭЦВ-12-160-65, 2ЭЦВ-12-160-65, ЭЦВ-12-160-100, ЭЦВ-12-160-140, ЭЦВ-12-210-25, 1ЭЦВ-14-120-540К, ЭЦВ-14-210-300К
178-8-Д	ЭЦВ-12-210-55, ЭЦВ-12-210-145
180-7-Д	2ЭЦВ-12-210-85
219-6	2ЭЦВ-12-255-30Г, ЭЦВ-12-375-30
219-9,5	ЭЦВ-16-375-175К

Примечание. Расшифровка типа водоподъемного трубопровода (например, 168-6-Д): 168 — наружный диаметр труб, мм; 6 — толщина стенки, мм; Д — группа прочности стали.

Насосы могут работать на слив, быть подключенными к водонапорной сети или к напорному баку.

Рабочее положение электронасоса — вертикальное: электродвигатель расположен внизу, насос — над ним. Во время работы он находится под водой. Работают насосы с подпором, который должен быть не ниже значений, указанных в технических данных.

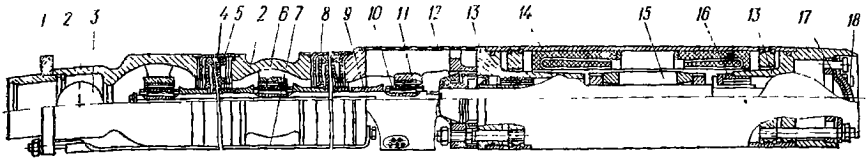
Валы насоса и электродвигателя соединены жесткой муфтой и вращаются в радиальных резинометаллических подшипниках, смазка и охлаждение которых осуществляются водой: в насосе — откачиваемой, в электродвигателе — залитой в полость статора. Электронасос никогда не должен работать «всухую», так как даже кратковременное включение агрегата в работу без воды приведет к повреждению подшипников и выходу его из строя

Насосы выпускаются в четырех конструктивных исполнениях (рис. 6).

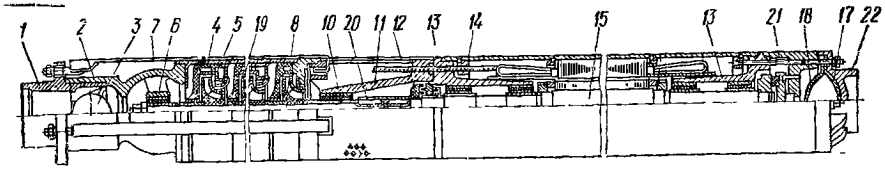
Исполнение 1 — насосы с рабочими колесами, свободно перемещающимися вдоль вала. Осевое гидравлическое усилие, возникающее при работе насоса, воспринимается штампованными обоймами лопаточных отводов каждой ступени.

Исполнение 2 — насосы с рабочими колесами, зафиксированными на валу. Осевое гидравлическое усилие воспринимается опорным устройством, расположенным в электродвигателе: у насосов исполнения 2а — пятой, исполнения 2б — упорным подшипником. У насосов исполнения 2а обоймы лопаточных отводов штампованные, исполнения 2б — цилиндрические из труб с дисками, которые фиксируют отводы в осевом направлении, разделяют межступенчатые полости и образуют лабиринтные уплотнения рабочих колес.

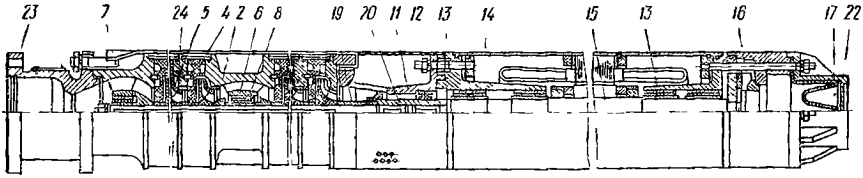
Исполнение 3 — насосы с литыми (горшковыми) лопаточными отводами. Ступени насосов — полуосевого типа, рабочие колеса зафиксированы на валу. Осевое гидравлическое усилие воспринимается опорным устройством, расположенным в электродвигателе.



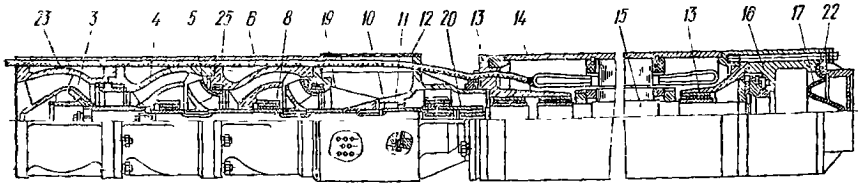
а



б



в



г

Рис 6. Электронасосные агрегаты:

а — исполнение 1; *б* — исполнение 2а; *в* — исполнение 2б; *г* — исполнение 3; *1* — напорный патрубок, *2* — корпус радиального подшипника· *3* — обратный клапан, *4* — лопаточный отвод; *5* — рабочее колесо; *6* — радиальный подшипник; *7* — стяжка, *8* — вал, *9* — пескосбрасыватель; *10* — подшипниковая втулка; *11* — подвод; *12* — сетка; *13* — подшипниковый щит; *14* — статор; *15* — ротор; *16* — радиально-упорный подшипник, *17* — диафрагма; *18* — ограничитель, *19* — уплотняющая втулка; *20* — соединительная муфта, *21* — пята, *22* — днище, *23* — корпус клапана; *24* — диск; *25* — защитное кольцо

Для подачи воды с общей минерализацией до 2,5 г/л и содержанием механических примесей до 5 % изготавливаются насосы ЭЦВ-10-63-40Г, ЭЦВ-10-120-40Г, ЭЦВ-10-160-35М, ЭЦВ-12-255-30М, ЭЦВ-12-375-30, 1ЭЦВ-14-120-540К, ЭЦВ-14-210-300К, ЭЦВ-16-375-175К.

В настоящее время разработан и испытан центробежный электронасосный агрегат ЭЦВ-8-25-100Г, предназначенный для откачки из скважины воды с мине-

13. Трубы насосно-компрессорные и муфты к ним (ГОСТ 633—80)

Трубы		Муфты		Теоретическая масса, кг		
Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Наружный диаметр, мм	Длина, мм	1 м гладкой трубы	трубы вследствие высадки обоих концов	муфты
Гладкие трубы						
33,4	3,5	42,2	84	2,6	—	0,4
42,2	3,5	52,2	90	3,3	—	0,6
48,3	4	55,9	96	4,4	—	0,5
60,3	5	73	110	6,8	—	1,3
73	5,5	88,9	132	9,2	—	2,4
73	7	88,9	132	9,2	—	2,4
88,9	6,5	108	146	13,2	—	3,6
101,6	6,5	120,6	150	15,2	—	4,5
114,3	7	132,1	156	18,5	—	5,1
Трубы с высаженными наружу концами						
26,7	3	42,2	84	1,8	0,7	0,4
33,4	3,5	48,3	89	2,6	0,1	0,5
42,2	3,5	56	95	3,3	0,2	0,7
48,3	4	63,5	100	4,4	0,4	0,8
60,3	5	78	126	6,8	0,7	1,5
73	5,5	93	132	9,2	0,9	2,8
73	7	93	134	11,4	0,9	2,8
88,9	6,5	114,3	146	13,2	1,3	4,2
88,9	8	114,3	146	16	1,3	4,2
101,6	6,5	127	154	15,2	1,4	5
114,3	7	141,3	160	18,3	1,6	6,3

рализацией до 15 г/л и содержанием механических примесей до 10 % Чтобы обеспечить эксплуатационную надежность насоса в таких условиях, опорные элементы рабочих колес и стаканов армированы кольцами из силицированного графита, обладающего высокими антифрикционными свойствами Резинометаллические подшипники, служащие опорами ротора насоса, защищены керамическими фильтрами, лабиринтным (верхний подшипник) и торцевым (нижний подшипник) уплотнителями.

В Советский Союз поставляются погружные насосы из ГДР, ПНР, ЧССР и НРБ, не имеющие принципиальных конструктивных отличий от электронасосов типа ЭЦВ. В ГДР изготавливаются 52 марки насосных агрегатов типа У подачей 1,6—630 м³/ч и напором 32—160 м, в ЧССР — 132 марки насосов типа «Наутилиус» подачей 1,2—180 м³/ч и предельным напором 155 м, в ПНР — 68 марок насосов типа G подачей 2,4—70 м³/ч и предельным напором 167 м, в НРБ — 18 марок насосов подачей 6,5—600 м³/ч и предельным напором 118 м.

Погружные электродвигатели. Электродвигатель трехфазный асинхронный, с короткозамкнутым ротором, водозаполненный, погружной типа ПЭДВ состоит из статора, ротора, верхнего и нижнего подшипниковых щитов, упорного подшипника, днища и диафрагмы

Статор представляет собой стальную трубу с запрессованным в ней пакетом, который крепится в корпусе нажимными шайбами и упорными кольцами В

пазы пакета статора уложена обмотка из медного провода с водостойкой изоляцией, допускающей длительную работу электродвигателя. Электродвигатели ПЭДВ-0,5-93, ПЭДВ-0,7-93, ПЭДВ-1-93 и ПЭДВ-1,6-93 имеют литую изоляцию обмотки. Обмотка статора соединена в звезду и имеет три вывода, к которым присоединяется токопроводящий кабель.

Ротор — стальной вал с напрессованным на него пакетом и подшипниковыми втулками, изготовленными из нержавеющей стали. Пакеты статора и ротора набраны из отдельных листов электротехнической стали толщиной 0,5 мм.

Ротор вращается в радиальных резинометаллических подшипниках, запрессованных в литые чугунные подшипниковые щиты. Подшипники смачиваются водой, залитой во внутреннюю полость электродвигателя.

Для восприятия осевой нагрузки, возникающей при работе электронасосного агрегата, служит упорный подшипник, который состоит из пяты и подпятника. Пята установлена на роторе, подпятник — в корпусе на сферической втулке. В корпусе подпятника размещено отверстие для слива воды из электродвигателя. Для залива воды на верхнем щите или в подводе также предусмотрено отверстие. В рабочем состоянии отверстие герметично закрыто пробками.

Между корпусом подпятника и днищем установлена резиновая диафрагма, служащая для компенсации тепловых расширений воды и для уравнивания давления между внутренней полостью электродвигателя и внешней средой.

Подшипниковый щит, корпус подпятника и днище крепятся к статору шпильками.

Внутренняя полость электродвигателя изолируется от попадания в нее воды, откачиваемой насосом. Герметизация посадочных поверхностей подшипниковых щитов, корпуса подпятника, а также отверстия под шпильки и выводы осуществляется резиновыми уплотнительными кольцами.

Перед монтажом электронасосного агрегата внутреннюю полость электродвигателя заливают чистой профильтрованной питьевой водой с температурой не выше 25 °С. Включение электронасосного агрегата без предварительного заполнения электродвигателя водой категорически запрещается, так как это приведет к аварии.

Питание электродвигателей осуществляется от сети трехфазного тока частотой 50 Гц и напряжением 380 В (кроме электронасосов с однофазными двигателями напряжением 220 В ПЭДВ-0,5-93 и ПЭДВ-0,7-93). Электродвигатели ПЭДВ-90-270, 5ПЭДВ-125-270 выпускаются на напряжение 660 В, а 1ПЭДВ-250-330М и ПЭДВ-250-320К — на 3 кВ

Электродвигатель включается в сеть только через систему автоматического управления. Допускается работа электродвигателя при отклонениях напряжения от +10 до —5 % номинального.

Перед монтажом агрегата ЭЦВ-8-25-100Г внутреннюю полость электродвигателя заполняют чистой неагрессивной водой, смазывающей и охлаждающей резинометаллические подшипники. Перепад давлений между внешней средой и внутренней полостью уравнивается установленной в днище двигателя резиновой диафрагмой. Герметизация внутренней полости электродвигателя достигается резиновыми уплотнительными кольцами круглого сечения, а по валу — торцевыми уплотнителями

Расшифровка обозначения насосов и электродвигателей. 1ЭЦВ-14-120-540К: 1 — порядковый номер модификации (при одних и тех же условиях эксплуатации); Э — с приводом от погружного электродвигателя; Ц — центробежный; В — для подачи воды; 14 — минимально допустимый для данного типоразмера внутренний диаметр обсадной колонны либо скважины, мм, уменьшенный в 25 раз и округленный; 120 — подача, $м^3/ч$; 540 — напор, м; буквы в конце обозначения указывают на возможность использования его для подачи воды с повышенным содержанием механических примесей (для дренажных и горнорудных работ).

1ПЭДВ-1-93: 1 — порядковый номер модификации; П — погружной; ЭД — электродвигатель; В — водозаполненный; 1 — мощность, кВт; 93 — наибольший диаметр электродвигателя, мм.

G100VIIA+SGMa-27/5 (ПНР): G — тип насоса; число, выраженное арабскими цифрами (40, 60, 80, 100, 125) — типоразмер; число, выраженное римскими цифрами (I, II, III, и т. д.) — количество ступеней; буква А или В — вид рабочего колеса; SGM — тип электродвигателя; a, d, f — серия электродвигателя; числитель дроби (14, 18, 24 и т. д.) — диаметр электродвигателя, см (округленно); знаменатель (1; 1,5; 2,2 и т. д.) — мощность электродвигателя, кВт.

У65/168/10/16+УМ/168/16/2 (ГДР): У — погружной электронасос; 65 — внутренний диаметр напорного трубопровода, мкм; 168 — наружный диаметр насоса без кабеля, мкм; 10 — число ступеней; 16 — максимальная высота подъема, ати, при номинальной подаче; УМ — погружной электродвигатель; 168 — наружный диаметр электродвигателя, мкм; 16 — мощность электродвигателя, кВт; 2 — количество полюсов.

НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ С ТРАНСМИССИОННЫМ ВАЛОМ

Назначение и устройство. Установки (табл. 14) предназначены для подачи воды общей минерализацией до 2000 мг/л, водородным показателем 6,5—9,5, температурой до 35 °С, с содержанием хлоридов до 350, сульфатов — до 500, сероводорода — до 1,5 мг/л. Содержание твердых механических примесей должно быть не более 100 мг/л (0,1 % по массе) для установок типов УЦТВ, А и не более 5000 мг/л (0,5 % по массе) — для установок типа АТН.

14. Центробежные насосные устаиовки с трансмиссионным валом [19]

Установка		Масса, кг, с электродвигателем (с дизелем)	Количество ступеней	Марка электродвигателя (дизеля)
Марка	Подача, м³/ч			
УЦТВ-8-40-65(эд)	40	2100	22	АО2-61-4
УЦТВ-10-100-80	100	3510 (4590)	14	АО2-81-4 (К-264)
УЦТВ-12-160-40	160	2660 (3840)	4	АО2-72-4 (К-264)
УЦТВ-12-160-60	160	3730 (4840)	6	АО2-81--4 (К-264)
УЦТВ-12-160-800	160	4750 (5780)	8	АО2-82-4 (К-264)
УЦТВ-12-160-100	160	5850 (6900)	10	АО2-91-4 (К-396)
АТН-8-1-7	30	1550	7	АО2-51-4
АТН-8-1-11	30	2090	11	АО2-52-4
АТН-8-1-16	30	2960	16	АО2-61-4
АТН-8-1-22	30	3960	22	АО2-62-4
АТН-10-1-4	70	1960	4	1*
АТН-10-1-6	70	2650	6	2*
АТН-10-1-11	70	4490	11	3*
АТН-10-1-8	70	3490	8	3*
АТН-10-1-13	70	5460	13	4*
АТН-10-1-15	70	6420	15	4*
АТН-14-1-3	200	5460	3	АВШ-55
АТН-14-1-4	200	6440	4	АВШ-75
АТН-14-1-6	200	9660	6	АВШ-100
20А-18×1	600	6085	1	АВШ-75
20А-18×3	600	16715	3	АВ-112-4
24А-18×1	1200	12000	1	АВ-112-4

* Типоразмер электродвигателя Кутаисского электромеханического завода.

Насосная установка состоит из насоса и водоподъемного трубопровода с трансмиссионным валом, расположенных в скважине, опорного колена и привода. Привод — от выпускаемого серийно или специального электродвигателя с пятой или опорой головки либо от дизеля — через редуктор и карданный вал. В установках типов УЦТВ и АТН радиальные подшипники насоса и трубопровода смазываются перекачиваемой водой. В установках типа А подшипники насоса смазываются перекачиваемой водой, а подшипники трубопровода — чистой водой под избыточным давлением от специального источника.

Насос установки — центробежный, одно- или многоступенчатый. Каждая ступень состоит из рабочего колеса, жестко закрепленного на валу, и лопаточного отвода (ступень насоса ЦТВ-8-40-65 расположена в обойме и диске). Резинометаллические подшипники помещены в подводах, корпусах подшипников или лопаточных отводах.

Расшифровка обозначений. УЦТВ-10-100-80: У — унифицированный; Ц — центробежный; Т — с трансмиссионным валом; В — для подачи воды; 10 — минимально допустимый для данной установки внутренний диаметр обсадной трубы или скважины, мм, уменьшенный в 25 раз и округленный; 100 — подача, м³/ч; 80 — напор, м, в номинальном режиме работы насоса; (эд) — с приводом от электродвигателя; (з) с приводом от дизельного двигателя зубчатой головки передач (с угловым редуктором).

АТН-3-1-7: А — артезианский; Т — турбинный; Н — насос; 3 — минимально допустимый диаметр обсадной колонны (скважины), мм, уменьшенный в 25 раз и округленный; 1 — тип рабочего колеса (закрытое); 7 — количество ступеней насоса.

20А-18×1: 20 — внутренний диаметр обсадной колонны (скважины), мм, уменьшенный в 25 раз и округленный; А — артезианский; 18 — коэффициент быстроходности, уменьшенный в 10 раз; 1 — количество ступеней насоса.

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НАСОСНЫМИ АГРЕГАТАМИ

Система автоматического управления (САУНА) служит для автоматического местного и дистанционного управления скважинными насосами водоподъема и вертикального дренажа с электродвигателями мощностью 1—65 кВт. Работает от сети трехфазного переменного тока с заземленной нейтралью напряжением 380/220 В при частоте 50 Гц

15. Системы автоматического управления насосными агрегатами

Марка системы	Мощность управляемого электродвигателя, кВт	Станция управления		
		Тип	Номинальный ток силовой цепи, А	Масса, кг
САУНА-1-1	1	ШЭТ-5801-03А2Е; ШЭП-5801-03А2Е	2,8	32
САУНА-1,6-1	1,6	ШЭТ-5801-03А2Ж; ШЭП-5801-03А2Ж	4,3	32
САУНА-2-1	2	ШЭТ-5801-03А23; ШЭП-5801-03А23	5,2	32
САУНА-2,8-1	2,8	ШЭТ-5801-03А2А; ШЭП-5801-03А2А	7	32
САУНА-4,5-1	4,5	ШЭТ-5801-03А2Б; ШЭП-5801-03А2Б	10,5	32
САУНА-5,5-1	5,5	ШЭТ-5801-03А2В; ШЭП-5801-03А2В	13	32
САУНА-8-1	8	ШЭТ-5801-03Б2Г; ШЭП-5801-03Б2Г	18,5	32
САУНА-11-1	11	ШЭТ-5801-03Б2Д; ШЭП-5801-03Б2Д	25	32
САУНА-16-1	16	ШЭТ-5802-13А2А	36	32
САУНА-22-1	22	ШЭТ-5802-13Б2Б	49	85
САУНА-32-1	32	ШЭТ-5802-23А2А	70	85
САУНА-35-1	35	ШЭТ-5802-32А2Б	78	85
САУНА-45-1	45	ШЭТ-5802-23Б2В	92	85
САУНА-60-1	60	ШЭТ-5802-33А2А	115	115
САУНА-65-1	65	ШЭТ-5802-33А2Б	130	115
САУНА-11-2	11	ШЭТ-5804-03А2А	25	32
САУНА-22-2	22	ШЭТ-5804-13Б2Б	49	32
САУНА-32-2	32	ШЭТ-5804-23В2В	70	32
САУНА-45-2	45	ШЭТ-5804-2372Г	92	32
САУНА-65-2	65	ШЭТ-5802-33А2Б	130	78

Примечание. Напряжение цепей управления для всех станций — 220/24/12/6 В.

В систему автоматического управления (табл 15) входят станция управления типа ШЭП или ШЭТ (рис. 7), датчики уровня и сухого хода, устанавливаемые в скважине и водонапорной башне.

Станция управления системы выполнена в виде металлического шкафа навесного типа одностороннего обслуживания. Внутри шкафа смонтирована пуско-

вая и защитная аппаратура (силовая и логическая часть станции). Ввод кабелей питания предусмотрен через прокладки в нижней крышке. Станция управления защищает электронасос при перегрузке, симметричных коротких замыканиях и при работе электронасоса на двух фазах.

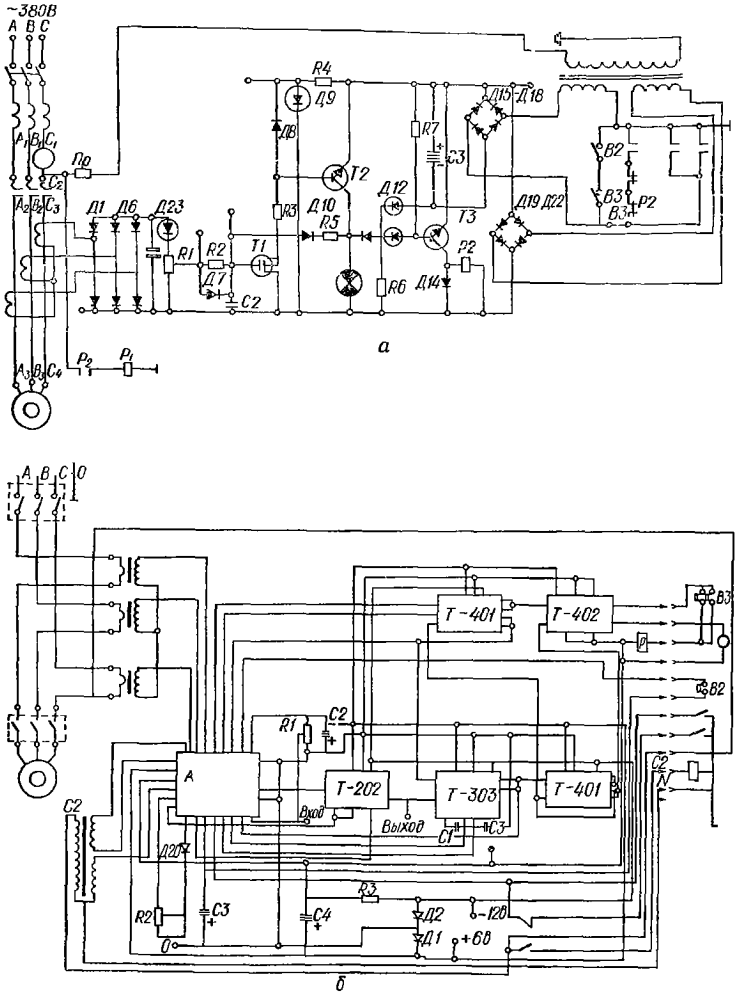


Рис. 7. Электрические схемы станций автоматического управления ШЭП-5801 *(а)* и ШЭТ-5801 *(б)*.

Нормальная работа элементов системы обеспечивается при температуре окружающей среды от —40 до +50 °С и относительной влажности окружающей среды не более 50 % при температуре 40 °С (окружающая среда невзрывоопасна, не содержит агрессивных паров и газов в концентрациях, разрушающих металл и изоляцию), отсутствии резких толчков (ударов), сильной тряски и непосредственного воздействия солнечной радиации, вертикальном рабочем положении. Датчики уровня и сухого хода обеспечивают нормальную работу при температуре окружающей среды от 1 до 40 °С и вертикальном рабочем положении.

Расшифровка обозначения системы, например САУНА-1,6-1: 1,6 — мощность электродвигателя, кВт; цифра 1 после обозначения мощности указывает, что си-

стема предназначена для управления насосами водоподъема; цифра 2 (вместо цифры 1) означает, что система предназначена для насосов вертикального дренажа.

Кроме системы типа САУНА, для автоматического управления насосными агрегатами служит также комплексное устройство «Каскад».

ЭРЛИФТНЫЕ УСТАНОВКИ

Эрлифтная установка состоит из компрессора с воздухосборником, водоприемного бака с отражателем, воздухопроводных труб, смесителя и водоподъемных труб.

Различают две системы монтажа эрлифта: центральную, когда воздухопроводные трубы помещают внутри водоподъемных, и параллельную, когда воздухоподъемные трубы расположены вне водоподъемных. Центральная система облегчает расположение труб в скважинах малого диаметра и дает возможность использовать в качестве водоподъемной обсадную трубу либо эксплуатационную колонну. Однако расход воздуха при этом повышается на 10—30 %, поэтому при оборудовании стационарных эрлифтных установок целесообразней использовать параллельную систему.

Конструкция смесителя зависит от способа расположения труб. При центральном расположении на нижнем конце воздухопроводной трубы устанавливают наконечник длиной 3—4 м, состоящий из двух частей равной длины. Нижняя часть наконечника гладкая, а в верхней просверлены в шахматном порядке отверстия диаметром 4—6 мм для выхода сжатого воздуха. Расстояние между горизонтальными рядами отверстий уменьшается сверху вниз со 125 до 30 мм. Число отверстий определяют из такого расчета, чтобы суммарная площадь их на 50—70 % превышала площадь сечения воздушной трубы. При параллельном расположении отверстия просверливают на водоподъемной трубе. Участок трубы с отверстиями перекрывают коробкой, к верхней части которой присоединяют нижний конец воздухопроводной трубы. При любом способе расположения труб нижний конец смесителя должен находиться на 2,5—3 м выше нижнего конца колонны водоподъемных труб.

Размеры водоприемного бака зависят от диаметра водоподъемной трубы (диаметр бака — 600—800 мм и высота — 800—1200 мм для водоподъемных труб диаметром 50—200 мм). В верхней части бака устанавливают полукруглый

16. Диаметры труб эрлифтной системы в зависимости от ее подачи

Диаметры, мм				Подача, м³/ч
водоподъемной трубы	воздушной трубы	внутренней обсадной трубы		
		1-й тип установок	2-й тип установок	
Параллельное расположение труб				
50	19; 25; 32	150	200	8—11
65	19; 25; 32	150	200	9—16
75	19; 25; 32	150	200	14—23
90	25; 32; 38	200	250	15—30
100	32; 38; 50	200	250	22—50
125	32; 38; 50	250	300	35—65
Центральное расположение труб				
50	9,5; 12,5	75	125	4,6—8,6
65	12,5; 19	125	175	13,4—21,6
75	19; 25	125	175	13,4—21,6
90	25, 32	150	200	15—25
100	32; 38	150	200	20—40
125	32; 38	200	250	35—55

отражатель для ускорения выделения воздуха из водовоздушной смеси и патрубок для его удаления.

Трубы эрлифтной системы ориентировочно можно подбирать по табл. 16, где к 1-му типу отнесены установки, у которых нижний конец водоподъемной трубы расположен выше фильтра скважины, ко 2-му — те, у которых нижний конец водоподъемной трубы находится в фильтре либо ниже его.

При проведении строительных и опытных откачек в качестве воздухопроводных и водоподъемных труб применяются шланги и трубы, изготавливаемые из полиэтилена высокого давления. Это позволяет значительно ускорить и облегчить монтаж установки и переход от одного понижения к другому, а также исключает возникновение аварий из-за спаривания и прихвата труб в скважине песчаными пробками. В случае применения полиэтиленовых шлангов в качестве воздухопроводных труб линию от компрессора до скважин рекомендуется выполнять из металлических труб, а для подачи воздуха в скважину — использовать шланг. Это обусловлено тем, что сжатый воздух выходит из воздухосборника компрессора (ресивера) с высокой температурой, в результате чего полиэтиленовый шланг в этом месте быстро изнашивается.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК ПОГРУЖНОГО ТИПА

Монтаж глубинных насосов. Насосы с погружными электродвигателями монтируют крановыми установками, буровыми или ремонтными агрегатами, а при наличии стационарного подъемного оборудования над устьем скважины — при его помощи. Последовательность монтажных операций должна соответствовать указаниям заводского паспорта.

При монтаже следует применять фланцевые соединения, поскольку резьбовые понижают прочность труб, подвержены коррозии и являются основной причиной аварий. При фланцевых соединениях крепежные болты вставляют сверху, а гайки — снизу, так как упавший в скважину болт может расклинить насос и вызвать серьезную аварию.

Верхний конец нагнетательного трубопровода крепят к опорной плите, опирающейся на фундамент. В отверстие опорной плиты для замера уровня воды в скважине ставят колонну газовых труб, так чтобы ее конец находился ниже динамического уровня. Затем на опорной плите устанавливают колено, задвижку, обратный клапан, если его нет на насосе, подключают манометр и присоединяют насосную установку к коммуникации водоснабжения. Мегомметром проверяют сопротивление изоляции опущенного кабеля с обмоткой электродвигателя и присоединяют кабель к станции управления.

Убедившись, что насос достаточно погружен в воду, испытывают электродвигатель под нагрузкой.

При монтаже насоса в зимнее время следует иметь в виду, что изоляция обмоточного провода электродвигателя при низких температурах становится хрупкой и при ударах в ней могут появиться трещины, а это приведет к выходу двигателя из строя.

Включение насоса. Насос включают при закрытой задвижке нагнетательного трубопровода. После достижения полного напора задвижку постепенно открывают.

Если при пуске насосного агрегата в воде появится примесь песка или глинистых частиц, необходимо уменьшить расход воды, регулируя его задвижкой на нагнетательном трубопроводе. Приостанавливать работу насоса в этом случае нельзя во избежание осаждения частиц породы в его приточной части. Насос можно остановить, если он качает чистую воду. При этом электродвигатель отключают после закрытия задвижки на нагнетательном трубопроводе, так как насос после включения (при отсутствии обратного клапана) некоторое время вращается в обратную сторону. Поэтому повторно включить насос можно только после установления уровня воды в трубопроводе и скважине и не менее чем через 5 мин после отключения.

Если при включении универсального переключателя ротор электродвигателя не провернулся, проверяют всю электрическую схему установки, наличие напряжения во всех трех фазах и его значение. Запрещается запускать установку, электродвигатель которой не залит водой.

После запуска насосной установки проверяют напор воды манометром и устанавливают направление вращения насоса (при правильном направлении насос дает больший напор). Если после включения насоса динамический уровень воды в скважине понизится до всасывающей сетки и будет засасываться воздух (при этом вода будет поступать с перерывами или приобретет белый цвет водовоздушной эмульсии), то уменьшают подачу насосной установки или опускают насос, не допуская захвата им воздуха.

Уменьшение числа рабочих колес. При установке насосов с напором, превышающим необходимый, рекомендуется снимать несколько рабочих колес со стороны всасывания и заменять их дистанционными втулками, по высоте равными втулкам рабочего колеса. Уменьшать длину вала насоса нецелесообразно, так как в процессе эксплуатации может понадобиться увеличение напора установкой дополнительного колеса

Количество снимаемых рабочих колес подсчитывают по методике, которую можно рассмотреть на следующем примере. Для подъема воды из скважины в количестве 20 м³/ч при динамическом уровне на глубине $h=20$ м и необходимом давлении на устье $p=0{,}3$ МПа (30 м) служит насос 2ЭЦВ-16-140 с 12 рабочими колесами. Подача насоса 10—20 м³/ч при напоре $H=160\div115$ м. Мощность электродвигателя — 11 кВт. Потери напора в водоподъемной трубе насоса с учетом местных сопротивлений $\Delta i=1$ м. Суммарный необходимый напор $H_1=h+p+\Delta i=20+30+1=51$ м. Напор, развиваемый одним рабочим колесом, при подаче 20 м³/ч $\Delta H=H/h=115/12=9{,}5$ м. Необходимое число рабочих колес при данном режиме работы насоса $n_1=H_1/\Delta H=51/9{,}5=5{,}4\approx6$. Следовательно, 6 колес обеспечат необходимый режим работы

Уменьшение числа рабочих колес приводит к уменьшению нагрузки на электродвигатель, увеличению КПД насоса и некоторому снижению расхода электроэнергии

Разборка и сборка установки. Для проверки состояния всех узлов и деталей, а также при появлении неполадок в работе производят разборку насосной установки

Разборку и сборку производит хорошо обученный персонал в строгом соответствии с инструкцией по монтажу и эксплуатации установок данного типа. Разборка может быть полной и частичной. При частичной разборке отсоединяют насос от электродвигателя, а при полной разбирают насос и электродвигатель либо только насос или электродвигатель.

При ревизии насоса проверяют состояние резинометаллических подшипников, защитных и респираторных втулок, резиновых манжет, муфт, а также уплотняющих поверхностей рабочих колес и колец. После разборки детали насоса тщательно осматривают, маркируют и в случае необходимости наиболее изношенные заменяют новыми (табл. 17).

Радиальный зазор между резинометаллическими подшипниками в основании, в корпусах промежуточного и верхнего подшипников и между соответствующими втулками на валу не должен превышать 0,15 мм. Перед сборкой насоса все уплотнительные кольца и резинометаллические подшипники смазывают тонким слоем глицерина После сборки проверяют легкость вращения вала насоса при помощи отвертки, вставленной в его шлиц. Ротор должен легко, без заеданий проворачиваться в обе стороны. Осевое перемещение ротора должно составлять не менее 2 мм

При разборке и осмотре электродвигателя проверяют состояние подшипниковых втулок, подшипников, пят и подпятников, обмоток пакета статора и ротора (табл 18). Трущиеся поверхности не должны иметь глубоких рисок и задиров Одиосторонний зазор в подшипнике не должен превышать 0,2 мм. В случае большого износа элемент подшипника заменяют новым. При износе только средней подшипниковой втулки заменяют и крайнюю. Резинометаллические подшипники при замене выпрессовывают из подшипникового щита и, очистив посадочное место, запрессовывают новые.

Перед сборкой тщательно осматривают все уплотнительные кольца. В случае надрывов, срезов и других повреждений их снимают и заменяют новыми.

Вал правильно собранного электродвигателя при смоченных водой подшипниках должен легко проворачиваться от руки.

После сборки и соединения с насосом электродвигатель в течение 10 мин проверяют на герметичность давлением 0,1 МПа. Если при осмотре, ревизии и опробовании насоса обнаруживаются межвитковое замыкание в обмотках, замыкание

17. Материалы для изготовления деталей насосных установок [19]

Деталь установки	Материал	Насосы или электродвигатели, в которых используется материал
Рабочее колесо	Полиамид 610 (ГОСТ 10583—76)	Насосы ЭЦВ4-1,6, ЭЦВ4-4, ЭЦВ6-4, ЭЦВ6-6,3, 3ЭЦВ6-6,3, ЭЦВ6-10, 3ЭЦВ6-16, ЭЦВ8-25, ЭЦВ8-40
	Полипропилен 05ПО90-1 (ТУ 6-05-1105-73)	Насосы 1ЭЦВ6-10-80, 3ЭЦВ8-16-140, 1ЭЦВ8-25-300, ЭЦВ5-4-125, ЭЦВ5-6,3-80
	Бронза Бр ОЦС5-5-5	Насосы ЭЦВ10-63-40Г, ЭЦВ10-120-40Г, ЭЦВ12-160-140, ЭЦВ-12-210-55, ЭЦВ12-210-145
	Чугун СЧ-18-36	Насосы 1ЭЦВ10-63-65, ЭЦВ10-63-110, 1ЭЦВ10-63-110, 1ЭЦВ10-63-150, 1ЭЦВ10-63-180, ЭЦВ10-63-270, 1ЭЦВ10-120-60, ЭЦВ10-160-65, ЭЦВ12-160-65, ЭЦВ12-375-30, 1ЭЦВ14-120-540К, ЭЦВ12-160-100, ЭЦВ12-210-25
	Сталь 20Х13Л	Насосы 2ЭЦВ12-255-30Г, ЭЦВ10-160-35Г, ЦТВ8-40-65, ЦТВ10-100-80
	Чугун СЧ-24-44	Насосы АТН, 20А и 24А
Лопаточный отвод	Сталь 20Х13Л	Насосы ЦТВ8-40-65 и ЦТВ10-100-80
	Полипропилен 05ПО90-1 (ТУ 6-05-1105-73)	Насосы ЭЦВ4-1,6, ЭЦВ6-4, ЭЦВ6-6,3, 3ЭЦВ6-6,3, ЭЦВ6-10, 2ЭЦВ6-16, ЭЦВ8-25, ЭЦВ8-40, 1ЭЦВ10-80, ЦТВ8-40-65, 3ЭЦВ8-16-140
	Бронза Бр ОЦС5-5-5	Насосы ЭЦВ10-63-40Г, ЭЦВ10-120-40Г, ЭЦВ10-160-351, 2ЭЗВ12-255-30Г, ЦТВ8-40-65
	Чугун СЧ-18-36	Все остальные насосы
Корпусные детали, подводы, корпуса радиальных подшипников, подшипниковые щиты, днище, корпус подпятников	Чугун СЧ-18-36	Все насосы и электродвигатели
Обойма лопаточного отвода	Сталь 20; труба 168Х8 (ГОСТ 8732—70)	Насос 3ЭЦВ8 16-40
	Сталь 08КП или сталь 35	Все остальные насосы
Листы ротора и статора	Сталь Э13-05	Все электродвигатели
Обмоточный провод	Провод ПЭВ-2 (ТУ ОИЦ 505.006)	Электродвигатели ПЭДВ-0,4-93, ПЭДВ-0,7-93, ПЭДВ-1,0-93, ПЭДВ-1,6-93
	Провод ППВП (ТУ 16-505-374-74)	Электродвигатель ПЭДВ-250-320
	Провод ППВП (ТУ 16 505.733-75)	Все остальные электродвигатели
Корпус статора	Сталь 10 или 45; труба (ГОСТ 8732—78)	Все электродвигатели
Радиальные подшипники	Резина 7-3825 (ТУ38.005.204-71)	Все насосы и электродвигатели
Валы	Стали 20Х13, 40Х13, 38ХА	То же

Продолжение табл. 17

Деталь установки	Материал	Насосы или электродвигатели, в которых используется материал
Пяты	Резинометаллические	Электродвигатели типа ПЭДВ мощностью 2; 2,8; 4,5; 5,5; 8; 11 и 45 кВт, 1ПЭДВ16-180; 3ПЭДВ22-180, ПЭДВ65-270
	Силицированный графит	Все остальные электродвигатели

18. Обмотки электродвигателей типа ПЭДВ [18]

Марка электродвигателя	Диаметр, мм, и марка провода	Число эффективных проводов в пазу	Число элементарных проводников в параллель	Вариант исполнения
ПЭДВ2,8-140	1,06 ПВДП-1; 1,01 или 1,06 ПЭВВП	25	1	Серийный (замены нет)
ПЭДВ4,5-140	1,18 ПВДП-1; 1,18 или 1,2 ПЭВВП	20	1	То же
ПЭДВ5,5-140	1,4 ПВДП-1 или ПЭВВП	18	1	»
ПЭДВ8-140	1,6 ПВДП-1; 1,56 или 1,6 ПЭВВП	14	1	Серийный
	1,4 ПВДП-1 или ПЭВВП	15	1	Вариант замены
ПЭДВ11-140	1,8 ПВДП-1; 1,81 или 1,8 ПЭВВП	12	1	Серийный (замены нет)
ПЭДВ16-140	2,0 ПВДП-1; 2,0 или 2,02 ПЭВВП	10	1	То же
ПЭДВ11-180	2,0 ПВДП-1; 2,0 или 2,02 ПЭВВП	15	1	Серийный
	1,8 ПВДП-1; 1,8 или 1,81 ПЭВВП	16	1	Вариант замены
ПЭДВ16-180	2,5 ПВДП-1; 2,44 или 2,5 ПЭВВП	11	1	Серийный (замены нет)
ПЭДВ22-180	3,12 ПВДП-1 или ПЭВВП	8	1	Серийный
	2,0 ПВДП-1; 2,0 или 2,02 ПЭВВП	8	2	Вариант замены
ПЭДВ32-180	3,75 ПВДП-1 или ПЭВВП	6	1	Серийный
	2,5 ПВДП-1; 2,44 или 2,5 ПЭВВП	6	2	Вариант замены
	Параллельное соединение диаметров 3,12 и 1,8	6	1+1	То же
ПЭДВ22-219	3,12 ПВДП-1 или ПЭВВП	10	1	Серийный
	2,0 ПВДП-1; 2,0 или 2,02 ПЭВВП	11	2	Вариант замены
	Параллельное соединение диаметров 2,44 и 2,02 или 2,5 и 2,0	10	1+1	То же
ПЭДВ32-219	3,75 ПВДП-1 или ПЭВВП	8	1	Серийный
	2,5 ПВДП-1; 2,44 или 2,5 ПЭВВП	8	2	Вариант замены
	Параллельное соединение диаметров 3,12 и 1,8	8	1+1	То же

обмоток на корпусе или между фазами, обрыв обмоток, изгиб вала, износ или повреждение посадочных мест в подшипниковых щитах, трещины в подшипниковых щитах, дисбаланс ротора или понижение сопротивления изоляции, то электродвигатель отправляют в капитальный ремонт. Такой электродвигатель тщательно очищают от пыли, масла и грязи, с валов снимают соединительные муфты. Отправляемый в ремонт электродвигатель должен иметь статор с обмоткой, ротор, верхний и нижний подшипниковые щиты и подшипники, пяту, подпятник и песко-

сбрасыватель. Допускается приемка в ремонт электродвигателей без 30 % крепежных (винтов, гаек, шайб и т. п.), пластмассовых, резиновых и резинометаллических деталей. В капитальный ремонт не принимаются электродвигатели с разбитыми подшипниковыми щитами, трещинами на подшипниковых щитах длиной более 70 мм или распространяющимися на посадочное место подшипника: повреждением свыше 30 % активной стали. В капитальный ремонт не принимаются также электродвигатели с деталями, которые отремонтированы способом, исключающим их дальнейшее восстановление.

Электродвигатели, отремонтированные на специальном предприятии, должны иметь ресурс не менее 100 % ресурса новых двигателей и заводскую гарантию на 12 месяцев эксплуатации.

Основные возможные неисправности насосных установок с погружными электродвигателями и способы их устранения приведены в табл. 19.

Требования безопасной эксплуатации. Во время эксплуатации насосной установки необходимо: систематически следить за показаниями амперметра и манометра (сила тока электродвигателя не должна превышать силы тока установки системы управления); не реже одного раза в месяц замерять сопротивление изоляции системы «кабель—двигатель», которое должно быть не ниже 0,5 МОм (при понижении сопротивления насосную установку демонтируют и в первую очередь проверяют состояние кабеля в местах спайки и крепления поясов); не реже одного раза в месяц производить осмотр, подчистку и подтяжку крепления элементов станции управления; при длительной непрерывной работе контролировать состояние пускателей и реле, затягивать все крепежные и контактные болты и гайки; при температуре воды ниже 0 °С принимать меры, исключающие замерзание ее в напорном трубопроводе после прекращения работы насосной установки

Для осмотра насос останавливают и демонтируют при прекращении поступления воды, уменьшении подачи насосной установки более чем на 25 % номинального значения и увеличении силы тока более чем на 20 %.

Для безопасной эксплуатации насосных агрегатов необходимо строго соблюдать инструкции и правила технической эксплуатации и техники безопасности.

Не разрешается выключать из работы насосные агрегаты или другое оборудование без разрешения диспетчера и старшего по смене. Исключение составляют случаи явной угрозы безопасности персонала или сохранности оборудования: поломка какой-либо части агрегата, прекращение подачи электроэнергии, сильная вибрация насоса, угрожающая его целостности, недопустимо высокий нагрев подшипников, появление стуков в насосе, несчастный случай, возникновение пожара в машинном помещении, появление в воде значительного количества песка.

Запрещается касаться токоведущих частей и заходить за ограждения распределительного щита, силовой сборки и т. д. Следует иметь в виду, что после снятия напряжения на обслуживаемой установке оно может быть подано вновь без предупреждения как в условиях нормальной эксплуатации, так и в случае аварии.

Машинист, обслуживающий насосные установки, обязан пользоваться спецодеждой и средствами индивидуальной защиты.

Запрещается выполнять работы при неисправном оборудовании, снятых и неисправных ограждениях, отсутствии положенных защитных средств, неисправным инструментом, в неосвещенных местах и в других случаях, угрожающих жизни и здоровью людей.

Необходимо следить за чистотой помещения (полов, окон, лестниц, проходов). Запрещается хранить обтирочные материалы, ветошь, масла и другие легковоспламеняющиеся материалы около электродвигателей и пусковых устройств.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СКВАЖИН

РЕГУЛИРОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Оформление разрешения на водопользование В целях обеспечения государственного контроля за охраной подземных вод от истощения и загрязнения установлен единый порядок бурения эксплуатационных скважин на воду и переоборудования разведочных скважин в эксплуатационные [14]. Этот порядок обязателен для всех предприятий, организаций и учреждений независимо от их ве-

19. Неисправности насосных установок и способы их устранения

Неисправность	Причина	Способ устранения
Не запускается насосная установка	Неправильное подключение кабеля к станции управления; отсутствует напряжение	Проверить цепь, поменять фазы
	Сгорел предохранитель	Поставить новый предохранитель
	Низкое напряжение сети или большое падение напряжения при запуске, вызванное заклиниванием защитных втулок или подшипников	Проверить напряжение при запуске. Разобрать насос и устранить заклинивание
	Пробой изоляции токоподводящего кабеля или обмотки электродвигателя	Найти место пробоя и устранить дефект
При включении напряжения срабатывает защита пусковой станции	Неисправность в станции управления	Проверить станцию управления, отрегулировать защиту
	Неправильная регулировка автомата АП-50	Снять защитный кожух автомата и отрегулировать ток срабатывания
	Недостаточное напряжение на клеммах	Отрегулировать напряжение
	Короткое замыкание в цепях электродвигателя или станции управления	Проверить электрические цепи электродвигателя и станции управления, устранить неисправность
Колеблется стрелка амперметра	Механические заедания в насосе	Демонтировать насос, ликвидировать неполадки
	Недостаточное погружение насоса в воду (насос выхватывает воду)	Погрузить насос
Насосная установка не подает воду	Смещение уровня воды в скважине ниже сетки всасывания	То же
	Выход из строя соединительной муфты или шпонки	Демонтировать насос, заменить соединительную муфту или шпонку
	Движущиеся элементы внутри насоса приведены в негодность песком	Заменить уплотнительные кольца, подшипниковые и дистанционные втулки, а при необходимости — и ротор
Насосная установка отключается через некоторое время после запуска	Неправильная регулировка автомата АП-50	Проверить и отрегулировать автомат
	Неисправность станции управления	Осмотреть станцию управления, проверить схемы управления и защиты
	Недопустимое падение напряжения	Повысить напряжение сети
Насос не дает требуемой подачи и не обеспечивает должного напора	Электродвигатель вращается в противоположную сторону	Поменять фазы на пусковой станции
	Большое сопротивление во всасывающем узле (забита приемная сетка)	Демонтировать установку и очистить приемную сетку

Продолжение табл. 19

Неисправность	Причина	Способ устранения
	Большой износ лопаток рабочих колес и направляющих аппаратов, срабатывание кромки уплотнения рабочих колес и разделительных диафрагм	Демонтировать установку и заменить износившиеся детали
	Утечка воды через стыки соединений водоподъемных труб, разрывы водоподъемных труб	Демонтировать насос, заменить прокладки между трубами и дефектные трубы
	Напорный трубопровод загрязнен; образование в нем сужений, препятствующих потоку воды	Очистить внутреннюю поверхность водоподъемных труб
	Медленное вращение двигателя, вызванное снижением частоты тока	Потребовать подачу тока стандартной частоты
	Неправильно подобранный напор насоса, слишком малый диаметр водоподъемных труб	Заменить насос в соответствии с расчетом для получения большего дебита либо большего напора
	Насос загрязнен или зашламован	Извлечь установку, разобрать и очистить насос
Насосная установка потребляет повышенную мощность, показания амперметра возрастают выше допустимых	Перегрузка вследствие увеличения объема поднимаемой воды	Прикрыть задвижку
	Работа агрегата на две фазы; обрыв силового кабеля	Проверить станцию управления, демонтировать насос, ликвидировать повреждения кабеля
	Неправильная сборка насоса или двигателя, вызывающая соединение вращающихся частей с неподвижными	Демонтировать насос, устранить дефекты
	Большой износ подпятника и подшипников электродвигателя	Разобрать электродвигатель и заменить изношенные детали
	Вынос вместе с водой большого количества механических примесей (песка, глины)	Прикрыть задвижку
Насосный агрегат сильно вибрирует	Несовпадение оси двигателя с осью насоса	Проверить состояние соединительной муфты и шпоночных пазов
	Износ радиальных и упорных подшипников	Заменить изношенные подшипники

домственной принадлежности. В соответствии с ним бурение эксплуатационных скважин, переоборудование разведочных скважин в эксплуатационные, строительство и переоборудование каптажных сооружений для использования подземных вод производятся только с разрешения министерств (управлений) геологии союзных республик или производственных геологических объединений и по согласованию с местными органами Государственного санитарного надзора и органами по регулированию, использованию и охране вод.

При проектировании и строительстве новых или переустройстве существующих водозаборных сооружений режим эксплуатации, исключающий преждевременное истощение подземных вод, устанавливается по согласованию с министерствами (управлениями) геологии союзных республик или производственными геологическими объединениями. Установление соответствующих зон санитарной охраны, а также осуществление других санитарно-оздоровительных мероприятий согласовываются с местными органами Государственного санитарного надзора.

Согласно действующему законодательству, эксплуатация подземных вод предприятиями, организациями и отдельными водопотребителями допускается только при наличии разрешения на специальное водопользование. К специальному водопользованию относится пользование водными объектами (в том числе подземными водами) при помощи строительства и эксплуатации водозаборных сооружений, оборудованных насосными установками для забора подземных вод, а также копаных шахтных колодцев, забивных фильтровых колодцев, каптажей источников и других малых сооружений, работающих без предварительного понижения уровня воды.

Резрешение на специальное водопользование выдается Министерством мелиорации и водного хозяйства и его органами на местах, если водные объекты используются в качестве источника для централизованного водоснабжения или для добычи подземных вод с принудительным понижением уровня воды. Водный объект признается источником централизованного водоснабжения, если из него подается вода по трубопроводам для водоснабжения группы зданий и сооружений (более трех) или производится отбор воды на орошение — обводнение земель хотя бы для одного водопользователя. В остальных случаях разрешение на специальное водопользование выдают исполкомы местных Советов народных депутатов.

Разрешение на специальное водопользование из подземных вод выдается после согласования водопользователями его условий с органами, осуществляющими государственный санитарный надзор (областными и районными санитарно-эпидемиологическими станциями), а также с органами геологии (министерством геологии республики, производственными геологическими объединениями, гидрорежимными экспедициями и партиями). При устройстве и эксплуатации копаных шахтных колодцев, забивных фильтровых колодцев и одиночных скважин глубиною до 20 м, не используемых для централизованного водоснабжения, согласование с органами геологии не производится.

Отказ от рассмотрения или согласования каким-либо органом Госнадзора материалов о выдаче разрешения на специальное водопользование не является основанием для отказа от рассмотрения этих материалов органами по регулированию и использованию вод. В этих случаях должны быть рассмотрены правомерность требований согласовывающих органов и мотивы их отказа от согласования.

Разрешение на специальное водопользование выдается на основании письменных ходатайств водопользователей, имеющих на своем балансе сооружения или технические устройства, при помощи которых осуществляется водопользование.

На все виды специального водопользования, осуществляемого предприятием, организацией или хозяйством, оформляется, как правило, одно разрешение

При разногласиях между министерствами, ведомствами и органами Госнадзора окончательное решение принимают Минводхоз СССР, если в рассмотрении разногласий участвовало союзное или союзно-республиканское министерство, ведомство, а также минводхозы и другие союзно-республиканские органы мелиорации и водного хозяйства союзных республик — в остальных случаях.

Для оформления разрешения на специальное водопользование при проектировании водозаборных сооружений представляются: данные об эксплуатационных запасах подземных вод в случае, когда намечаемый объем капиталовложений на устройство сооружений превышает 500 тыс. руб., а для объектов железнодорожного транспорта — 1 млн. руб. (в остальных случаях — заключение органов геологии о возможности отбора подземных вод в требуемом объеме); данные о типах водозаборного сооружения и отдельных скважин, об оборудовании их устройствами для наблюдения за уровнем воды и для отбора воды на лабораторный анализ, а также водомерами для измерения дебита в процессе эксплуатации; данные по эксплуатационному дебиту и качеству воды; мероприятия по организации зоны санитарной охраны водозаборных сооружений для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

При проектировании скважин на территории действующего промышленного предприятия представляются материалы по всем скважинам, обеспечивающим водой данное предприятие. Это требование не относится к проектированию скважин в колхозах, совхозах и других сельскохозяйственных предприятиях.

Разрешение на специальное водопользование при использовании подземных вод является основанием для получения разрешения, выдаваемого органом геологии, на бурение новых эксплуатационных скважин, переоборудование разведочных скважин в эксплуатационные и переоборудование каптажных сооружений.

Для бурения разведочных скважин разрешение на специальное водопользование не требуется.

Специальное водопользование, осуществляемое без разрешений или с нарушением условий, установленных в разрешении, влечет ответственность в соответствии со ст. 46 Основ водного законодательства Союза ССР и союзных республик и Указа Президиума Верховного Совета СССР от 1 октября 1980 г. «Об административной ответственности за нарушение водного законодательства».

Учет и отчетность. Для обеспечения государственного учета использования водных ресурсов, в том числе подземных вод, введен отчет по форме 2ТП-водхоз, утвержденной ЦСУ СССР. Ответственность за соблюдение сроков представления и достоверность статистических отчетов по этой форме несут руководители предприятий (организаций) в установленном порядке [14]

Перечень предприятий, организаций и учреждений, использование вод которыми подлежит государственному учету, определяется органами системы Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР. Все предприятия (организации), включенные в перечень, обязаны не позднее 20 декабря отчетного года по форме 2ТП-водхоз представить данные об использовании воды местным органам по регулированию использования и охране вод системы Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР. После согласования представленных материалов с этими органами предприятия (организации) высылают отчеты своей вышестоящей организации, санитарно-эпидемиологической станции, органу Министерства геологии СССР (при заборе подземных вод) и статистическому управлению по месту нахождения водопользователя. Отчеты составляются на основании данных журналов первичного учета использования вод, ведение которых для всех предприятий (организаций) является обязательным Форму журналов утверждает Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР по согласованию с Министерством геологии СССР (в части подземных вод).

Форма 2ТП-водхоз должна быть заполнена четко, разборчиво. При отсутствии или равенстве нулю отдельных показателей ставятся прочерки. Плановые данные указываются в отчете в соответствии с плановыми заданиями вышестоящих организаций. Если в одну систему водоснабжения забирается вода одновременно из различных поверхностных и подземных источников, использование ее указывается по каждому источнику пропорционально фактическому забору. При заборе подземных вод из разных водоносных горизонтов объем воды указывается суммарно по каждому горизонту независимо от количества скважин.

ПРИЕМ СКВАЖИН В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

При бурении скважины в оформлении всей документации принимает участие заказчик, который в большинстве случаев осуществляет в дальнейшем ее эксплуатацию. Соблюдение этого порядка обеспечивает сооружение скважин по проекту и надежность их в эксплуатации.

В соответствии с действующими нормативными документами по окончании монтажа насосного оборудования (а в некоторых случаях — после опытных откачек) строительная организация передает заказчику паспорт скважины, образцы пройденных пород, результаты анализов воды и заключение по ним, определяющее возможность использования воды из скважины для хозяйственно-питьевых либо технических целей. Одновременно передается паспорт смонтированного водоподъемного оборудования и рекомендации по режиму эксплуатации водозаборной скважины.

Недопустимым является простой скважины без монтажа насосного оборудования. Бездействие в течение 4—6 месяцев приводит к полному выходу ее из строя. При монтаже насосного оборудования через 2—3 месяца после окончания работ необходима предварительная 2—3-суточная откачка из скважины. Если сразу

после сооружения скважины не будет смонтировано насосное оборудование, устье скважины следует обязательно заварить наглухо.

Скважина может быть принята в эксплуатацию только после полного оборудования ее, т. е. после установки насосного оборудования, сооружения и устройства надскважинного павильона и обвязки скважины, строительства и благоустройства зон санитарной охраны в соответствии с проектной документацией, подачи электроэнергии. Согласно действующим в Украинской ССР нормативным документам, без выполнения указанного комплекса работ акт о приемке в эксплуатацию не подписывается и деньги за выполненные работы банком не выплачиваются.

При приемке скважины в эксплуатацию особое внимание следует обращать на наличие необходимой контрольно-измерительной аппаратуры, позволяющей наблюдать за работой скважины и насосного оборудования. К этим приборам относятся амперметры и вольтметры на станциях управления насосными установками, а также водомеры и манометры на водоподъемных трубах. Для контроля за изменением уровня скважину оборудуют так, чтобы уровень можно было замерить уровнемерами двух конструкций. Как правило, это достигается монтажом замерных трубок, пропускаемых в отверстие насосной плиты.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЕЙ И ДЕБИТА

Замеры уровня производятся от одного и того же репера (отметки), прочно закрепленного около устья скважины. Запрещается спускать в скважину приборы на рулетках, шнурах или нитях, изменяющих свою длину под влиянием сырости, намокания или после натяжения. Для замера уровней применяют рулетки с метрированным приводом или стальным канатиком, соединенные с различными типами наконечников.

Наиболее распространены электроуровнемеры, работающие по принципу замыкания водой цепи между датчиком, опускаемым в скважину, и землей. Серийно выпускаются электроуровнемеры УЭ-75 и ЭУ-200 с глубиной замера соответственно 75 и 200 м. Оба электроуровнемера имеют датчик диаметром 12 мм.

Динамический уровень замеряют электроуровнемером либо с помощью манометрического прибора через пьезометрическую трубку, устанавливаемую в отверстие опорной плиты. В последнем случае на пьезометрическую трубку навинчивают муфту, имеющую в стенке отверстие с резьбой для присоединения штуцера ручного воздушного насоса. В верхнюю часть муфты ввинчивают пружинный манометр, подобранный так, чтобы измеряемое давление не превышало 2/3 шкалы. Ручным насосом в пьезометрическую трубку нагнетают воздух до полного вытеснения из нее воды (этому соответствует максимальное отклонение стрелки манометра). Глубина уровня воды в скважине от верха обсадной трубы $H = l - h$, где l — длина пьезометрической трубки, опущенной в скважину, считая от верха обсадной колонны, м; h — показание манометра, м, равное высоте столба воды, считая от нижнего конца трубки.

Для измерения уровня воды служат и более сложные приборы (манометрические, поплавковые, самопишущие и пр.). Наиболее распространены: уровнемер ВСЕГИНГЕО барабанного типа для скважин глубиной до 100 м с минимальным диаметром 76,5 мм; глубинный уровнемер КИА для скважин глубиной до 600 м, а при колебании уровня — до 500 м; самописец и электроуровнемер-самописец Аншина и др.

Для измерения дебита воды при откачке из скважины применяются объемные сосуды, водомеры, водосливы, пьезометрические и электромагнитные (индукционные) расходомеры.

Объемные сосуды позволяют измерять расход воды через определенные промежутки времени. Для обеспечения точного замера объем сосуда должен быть таким, чтобы он заполнялся не менее 30 с. Определение объема (тарировку) сосуда следует производить с помощью мерного цилиндра. Запрещается использовать для этого банки, бутылки и т. п. Площадь дна сосуда должна равняться единице измерения (например, 1 или 0,1 м²). В этом случае высота уровня воды дает значение ее объема. За истинный дебит принимают среднее арифметическое трех измерений.

Скоростные водомеры (табл. 20) показывают объем протекающей через них воды, но не показывают дебита в данный момент времени. Отсчет по

водомеру производят через определенные промежутки времени. Разделив полученную величину объема на продолжительность времени отсчета, получают средний дебит за это время. Запись отсчетов начинают с показаний стрелок, отсчитывающих большие величины, постепенно переходя к стрелке, отсчитывающей наименьшие величины.

Номинальный расход представляет собой количество воды, при котором обеспечивается длительная бесперебойиая работа водомеров. Порог чувствительности водомера — это расход, соответствующий началу непрерывиых показаний счетчика. Нижний предел — расход, при котором счетчик иачинает давать показания с допустимой погрешностью, верхний предел — максимальный расход, допустимый в короткие промежутки времени работы водомера.

20. Скоростные водомеры

Диаметр условного прохода (калибр), мм	Номинальный расход, м³/ч	Порог чувствительности, м³/ч	Пределы измерения, м³/ч	Диаметр условного прохода (калибр), мм	Номинальный расход, м³/ч	Порог чувствительности, м³/ч	Пределы измерения, м³/ч
Турбинные водомеры				**Крыльчатые водомеры**			
50	15	1,4	3—22	15	1	0,006	0,1—2
80	45	1,8	6—80	20	1,6	0,1	0,16—3,2
100	75	2	8—140	25	2,5	0,14	0,2—5
150	160	4,5	12—320	32	4	0,25	0,35—8
200	265	7,5	18—550	40	6,3	0,4	0,5—12,6

Водомеры устанавливают иа горизонтальном прямолинейиом участке трубопровода длиной $(8 \div 10)d$ перед прибором и $(6 \div 8)d$ — за прибором, где d — диаметр трубопровода. При длительной откачке и измерении расхода, близкого к допустимому, воду через водомер пропускают только на время определения дебита. При работе прибора на слив воды к сливному коицу трубопровода присоединяют колено, чтобы прибор всегда был полностью залит водой. Для нормальной работы водомера вода не должна содержать взвешенных частиц и подача ее должна происходить без толчков.

Водосливы определяют расход путем измерения высоты уровня воды, непрерывно поступающей через отверстие определенного сечения (прямоугольного, треугольного и др.).

Пьезометрические расходомеры применяются для измерения расходов откачиваемой воды. Расходомер состоит из сливной трубы, диафрагмы в конце трубы и пьезометрической трубки перед диафрагмой. Расход определяется по уровию в пъезометрической трубке. Расходомер показывает дебит откачки в данный момент, но не отсчитывает объема воды, протекающей через него.

Компактиый расходомер ВСЕГИНГЕО пригоден для замера расходов до 2 л/с (при угле выреза 10°) и более 2 л/с (при угле выреза 90°).

Индукциоиные расходомеры ПИХ-10 и ПИХ-50 используются для измерения расхода воды из скважин. Расходомер действует по принципу электромагнитиой иидукции в проводнике, движущемся в магнитном поле. Электрический сигнал подается на вход усилителя и после усиления — на регистратор. Диапазон измереиия расходомером ПИХ-10 — от 1 до 10, ПИХ-50 — от 5 до 50 л/с; диаметр датчика — соответственно 50 и 100 мм; масса датчика — 24 и 32 кг; допустимое давление — 5 МПа; содержаиие твердых веществ — до 5 %. Способ представления результатов — аналоговый с визуальным отсчетом.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ СКВАЖИН

Предварительное обследование проводят для восстановления, уточнения и получения данных, необходимых при решении вопросов о возможности и режиме эксплуатации скважины, необходимости и сложности ремонта, либо о ликвидапионном тампонированин.

С этой целью по паспорту скважины определяют ее местоположение, абсолютную отметку поверхности земли, название организации, сооружавшей скважину, и способ бурения; анализируют геологический разрез, образцы пород и конструкцию скважины; уточняют сведения о фильтровой колонне (длину и диаметры надфильтровой и рабочей частей, отстойника, диаметр отверстий, материал каркаса, сетки и проволоки, номер сетки или диаметр и шаг проволоки, вид гравийной обсыпки, высоту столба гравия, способ его засыпки); собирают данные о ранее выполненных анализах воды; уточняют статический уровень воды, дебит, понижение, удельный дебит скважины и его изменение в период эксплуатации; систематизируют сведения по эксплуатации скважины (время эксплуатации, перерывы в работе водоподъемного оборудования, причины остановок, наличие пескования и др.).

В процессе осмотра скважины определяют марку насоса, его техническое состояние, наличие системы управления и соответствие ее установленному насосу, наличие арматуры и обвязку скважины. Затем осматривают оборудование устья и замеряют статический уровень. После этого водоподъемным оборудованием откачивают воду для проверки дебита скважины, понижения и восстановления уровня и для отбора проб воды на анализ. Предварительное опробование скважины не производят, если вода не поступает из-за неисправности насоса или захвата им воздуха в связи с резким понижением уровня воды в скважине.

Если в результате предварительного обследования будет выявлена необходимость ремонта скважины, проверяют возможность установки ремонтного агрегата, расположение электролинии, возможность использования водопровода, идущего от скважины для обратной подачи воды к скважине, необходимость разборки надскважинных сооружений и возможность соблюдения правил техники безопасности при проведении ремонтных работ. Если при обследовании из скважины произведена откачка и имеются характеристики скважины до начала эксплуатации, то определяют необходимость ремонта и причины уменьшения дебита.

Пример. Определить необходимость ремонта и причины уменьшения дебита скважины, каптирующей водоносный горизонт в песках. Фильтр — сетчатый, установленный впотай. Скважина оборудована электропогружным насосом и эксплуатируется один год [10].

Введем обозначения: Q_0 и Q_1 — начальный и замеренный дебит скважины; $H_{ст}$ и $H'_{ст}$ — начальный и замеренный статический уровень; $H_д$ и $H'_д$ — начальный и замеренный динамический уровень; S_0 и S_1 — начальное и замеренное понижение уровня; q_0 и q_1 — начальный и определенный во время измерения удельный дебит; n_0 и n_1 — содержание песка в воде в начале эксплуатации и во время измерений.

1. Установлено: $Q_1=Q_0$; $H'_{ст}=H_{ст}$: $H'_q=H_q$; $S_1=S_0$; $q_1=q_0$; $n_1=n_0=0$.

Выводы: на производительность скважины химический состав воды заметного влияния не оказывает; накопления осадков в прифильтровой зоне и фильтрах практически не наблюдается; скважина не пескует; фильтровая колонна и насос в исправном состоянии

Рекомендации: скважина не требует ремонта.

2. Установлено: $Q_1=Q_0$; $H'_{ст}=H_{ст}$: $H'_g>H_g$; $S_1>S_0$; $q_1=q_0$; $n_1=n_0=0$.

Выводы: дебит снижается вследствие зарастания фильтра и прифильтровой зоны осадками; фильтровая колонна и насос в исправном состоянии.

Рекомендации: произвести профилактический ремонт; интервал между профилактическими ремонтами принять равным одному году.

3. Установлено: $Q_1<Q_0$; $H'_{ст}<H_{ст}$; $H'_g<H_g$: $S_1=S_0$; $q_1=q_0$; $n_1=n_0=0$.

Выводы: снижение статического и динамического уровней при неизменных значениях понижения и удельного дебита свидетельствует о сработке пьезометрического уровня по району; в остальном — аналогично п. 1.

Рекомендации: увеличить глубину загрузки насоса; продолжить эксплуатацию пласта или перейти на эксплуатацию нижележащего водоносного горизонта.

4. Установлено: $Q_1<Q_0$; $H'_{ст}=H_{ст}$: $H'_g>H_g$; $S_1<S_0$; $q_1=q_0$; $n_1=n_0=0$.

Выводы: снижение дебита и динамического уровня, а также уменьшение понижения уровня при неизменном удельном дебите свидетельствуют о неисправности насоса; в остальном — аналогично п. 1.

Рекомендации: произвести ремонт насосного оборудования; интервал между его профилактическими ремонтами принять не менее одного года;

5. Установлено. $Q_1 > Q_0$; $H'_{ст} = H_{ст}$ $H'_g < H_g$; $S_1 < S_0$, $q_1 > q_0$, $n_0 = 1$ %; $n_1 = 0$; на забое имеется песчаная пробка.

Выводы: увеличение дебита и удельного дебита, уменьшение понижения динамического уровня и содержания песка в воде до нуля свидетельствуют о неполной разглинизации скважины перед сдачей ее в эксплуатацию или о продолжении формирования естественного фильтра в процессе эксплуатации (либо то и другое); на забое имеется песчаная пробка, не оказывающая заметного влияния на дебит скважины; в остальном — аналогично п. 1.

Рекомендации: эксплуатацию скважины можно продолжать.

6. Установлено: $Q_1 < Q_0$; $H'_{ст} = H_{ст}$; $H'_g > H_g$; $S_1 > S_0$; $q_1 < q_0$; $n_1 = n_0 = 0$.

Выводы: снижение удельного дебита могло произойти вследствие зарастания фильтра и прифильтровой зоны химическими осадками, а также некоторой неисправности насоса или накопления осадков в насосной линии.

Рекомендации: демонтировать насосное оборудование, осмотреть и устранить неполадки; в случае исправности насоса произвести механическую очистку и обработку скважины (в зависимости от состава осадков на насосе и в водоподъемных трубах); интервал профилактического ремонта скважины и насосного оборудования принять равным одному году.

7. Установлено: $Q_1 \leqslant Q_0$; $H'_{ст} = H_{ст}$; $H'_g > H_g$ (H'_g опускается ниже верхней секции погружного насоса и замеру не поддается): $S_1 > S_0$; $q_1 > q_0$: $n_1 = n_0 = 0$

Выводы: динамический уровень опустился до критической отметки; произошло зарастание фильтра и прифильтровой зоны; фильтр, сальник и пробка отстойника разрушились; возможны неполадки в насосе.

Рекомендации: демонтировать насосное оборудование, осмотреть и устранить неполадки; в случае исправности насоса произвести ремонт скважины; интервал между профилактическими ремонтами скважины принять 6 месяцев.

8. Установлено: $Q_1 = 0$: $H'_{ст} = H_g$.

Выводы: насос неисправен.

Рекомендации: отремонтировать либо заменить насос.

9. Установлено: $Q_1 \to 0$ (подача воды пульсирует); $H'_{ст} = H_{ст}$; $H'_g \to S_1 \to l$ (l— длина водоподъемной колонны от статического уровня до верха электропогружного насоса); $q_1 \to 0$; $n_1 = 0$; $n_0 \neq 0$

Выводы: пульсирование подачи воды из скважины может быть вызвано неисправностями в водоприемной части (разрушение фильтровой или опускание обсадной колонны; заполнение фильтра песком вследствие повреждения сальника, обмотки фильтра или неисправности изоляции отстойника).

Рекомендации: демонтировать насосное оборудование, обследовать скважину и устранить неполадки; заменить фильтровую колонну

Этим методом можно предварительно определить причины неисправности скважины и решить вопрос о необходимости и направлении ее дальнейшего обследования. Окончательный выбор метода ремонта и решение вопроса о его экономической целесообразности следует производить в соответствии с данными, полученными при детальном обследовании скважины.

ДЕТАЛЬНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ СКВАЖИН

Детальное обследование начинают с демонтажа водоподъемного оборудования, до начала которого знакомятся с паспортом водоподъемного механизма, выясняют срок его работы и техническое состояние.

При извлечении сильно изношенного водоподъемного механизма следует принимать меры предосторожности, чтобы не опустить в скважину отдельных его частей. Особенно осторожно извлекают аварийные погружные насосы. При подъеме из скважины труб иногда происходит прихват их в нижней части упущенным в скважину инструментом, болтами или другими предметами, а также деформированными, разрушенными коррозией обсадными трубами или песчаной пробкой.

Если в результате обследования извлеченного водоподъемного оборудования будет установлено, что уменьшение производительности скважины произошло вследствие неисправности водоподъемника, проведение ремонтных работ в скважине ограничивается профилактическим ремонтом — очисткой стенок скважины механическими скребками, очисткой отстойника фильтра от песка и механических частиц и интенсивной прокачкой скважины после установки исправного во-

доподъемного оборудования. При этом производительность вновь устанавливаемого водоподъемного оборудования не должна превышать производительности рекомендованного паспортом либо извлеченного оборудования.

Если водоподъемное оборудование казалось исправным, а проведенная им в процессе предварительного обследования откачка из скважины показала уменьшение дебита, то после его демонтажа приступают к детальному обследованию скважины и определению причин неисправностей.

Глубину скважины проверяют каротажной станцией либо с помощью грунтоноса или желонки. Одновременно с измерением глубины необходимо с забоя извлечь образец для определения высоты заиления скважины и перекрытия фильтра песчаной пробкой

Если по данным предварительного обследования уменьшение дебита обусловлено кольматажем фильтра химическими осадками, а обработка скважины предусмотрена химическими методами либо эти методы намечается применить в процессе ремонта для профилактической обработки, то необходимо отобрать пробу осадка, отложившегося на водоподъемных трубах и корпусе насоса, и произвести его химический анализ. Установлено [3], что химический состав этого осадка соответствует химическому составу соединений, кольматирующих фильтр. Реагент для обработки скважины выбирают по максимальному воздействию его на соединение, составляющее основную часть осадка на водоподъемном оборудовании.

При установке в скважине обсадных или фильтровых колонн впотай глубину верха колонны и ее диаметр определяют спуском в скважину шаблонов, изготавливаемых из отрезков трубы, равных предполагаемому диаметру проверяемых колонн. Количество колонн труб, установленных в скважине, их диаметры, а также диаметры извлеченных колонн определяют при обследовании устья скважины, а в некоторых случаях — проходкой рядом со скважиной шурфа глубиной 4—5 м. При вскрытии устья скважины выясняют количество колонн обсадных труб, исследуют кольцевые пространства между трубами (зацементированы ли они), при возможности проверяют глубину стояния воды в межтрубных зазорах и выясняют состояние внутренних стенок труб.

Если бактериологические анализы воды из скважины показывают наличие в ней загрязнения, то его источником может быть верховодка, попадающая в скважину через устье либо при неудовлетворительно проведенном затрубном цементировании — по затрубному пространству. Для установления этого из скважины производят откачку и одновременно наблюдают за понижением уровня в кольцевых межтрубных зазорах. Понижение уровня в зазорах свидетельствует о гидравлической связи первого водоносного горизонта с эксплуатационным

Каверны в обсадных трубах обнаруживают при поинтервальном перекрытии ствола скважины с помощью пакера. Если при установленном пакере нагнетаемая в скважину вода поглощается, в обсадных трубах имеются отверстия.

Для определения верха и диаметра срезанной или вывернутой части колонн труб, верха и диаметра надфильтровой трубы, а также глубины нахождения и формы упавшего в скважину инструмента или насосного оборудования, в скважину на бурильных трубах опускают печать, представляющую собой кусок обсадной трубы с деревянной пробкой, торец которой покрыт слоем мастики.

При детальном обследовании с помощью геофизических методов, в частности, с помощью электрокаротажной станции СКВ-69, можно получить более точные сведения о состоянии скважины, а именно: уточнение геологического разреза скважины (гамма-каротажем); выделение в разрезе водоносных пород (нейтронным гамма-каротажем) и интервалом залегания водоносных и глинистых пластов (совместно гамма-каротажем и нейтронным гамма-каротажем); расчленение водоносного пласта по степени проницаемости, выделение границ пропластков и определение их мощности, выяснение качества и степени разглинизации водоносного горизонта, мест залегания упавших предметов в незакрепленной скважине (микрозондированием); определение мест интенсивного притока воды в скважину, т. е. мест повреждения обсадной колонны, или интервала установки рабочей части фильтра (резисцивиметрией); определение качества первоначального цементирования скважины, высоты подъема цементного раствора в затрубном пространстве при цементировании и наличии перетока воды по затрубному пространству (термометрией); уточнение толщины и плотности цементного кольца, наличия в нем каверн и трещин (гаммадефектометром); определение вертикальности ствола скважины (инклинометром); измерение диаметра колонн обсадных

труб фильтров, мест коррозионного разрушения фильтровой и обсадной колонн (кавернометром); определение типа, длины и технического состояния фильтра, осмотр обсадной колонны, характера повреждений, формы и вида предметов, упавших в скважину, контроль проведения ремонтных работ (скважинными фотоаппаратами бокового, панорамного и торцевого фотографирования).

РЕЖИМ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Основное условие долголетней и стабильной работы скважины — четкое соблюдение основных параметров режима эксплуатации: определенных при бурении и опробовании эксплуатационного и удельного дебитов, статического и динамического уровней, максимально допустимого межремонтного периода и силы тока электродвигателя. Нарушение эксплуатационных параметров, особенно в сторону увеличения, влечет выход из строя скважины и насосного оборудования. Если скважина сооружена с соблюдением технических условий, затрубное цементирование выполнено с подъемом цемента до поверхности, а в процессе откачек правильно сформирован фильтр, то режим эксплуатации определяется только работой насосного оборудования. Установка водоподъемного оборудования с дебитом, превышающим эксплуатационный, приводит к разрушению естественного фильтра, образованного при откачке из скважины, к пескованию скважины и образованию песчаных пробок. В этом случае пескование скважины устраняют, как правило, заменой оборудования на менее мощное, соответствующее данным опытной откачки.

На техническом состоянии скважины отрицательно отражается неравномерность ее эксплуатации — частые включения и выключения насосной установки, сезонная работа скважины, использование скважины в качестве резервной. Чтобы предупредить влияние неравномерности эксплуатации, необходимо подобрать параметры гидропневматических баков автоматических насосных установок, которые обеспечивают запас воды, позволяющий включать насосную установку не чаще 2—3 раз в час, установить резервные емкости, соорудить водонапорные башни

Для резервных скважин необходима попеременная работа с основной не менее 2—3 сут в 1—2 недели.

Скважины, работающие сезонно либо используемые для подачи воды в пиковые нагрузки, должны также прокачиваться в течение 2—3 сут не реже 1—2 раз в месяц. В сезонно работающих скважинах не рекомендуется демонтировать насосное оборудование

Часто в скважинах, каптирующих водоносные горизонты в песчаных отложениях сетчатыми или проволочными фильтрами, в процессе откачки не успевает сформироваться естественный фильтр. Поэтому в начальный период эксплуатации таких скважин необходимо постепенно наращивать их производительность, начиная с 40—60 % эксплуатационной; при этом пуск и остановку таких скважин следует производить как можно реже. Скважины, эксплуатирующие плотные трещиноватые водоносные горизонты (бесфильтровые), в начальный период эксплуатации следует откачивать с максимальным дебитом.

Насосные установки с погружными электродвигателями обеспечивают работу в автоматическом режиме. Однако для наблюдения за работой скважин необходимо закрепить работника, состоящего в штате эксплуатирующего предприятия и прошедшего инструктаж в специальной организации по программе, предусматривающей знание параметров режима работы скважины, назначения контрольно-измерительной аппаратуры на скважине, правил эксплуатации насосных установок, техники безопасности при ежедневном осмотре и обслуживании скважин. Еженедельно замеряют содержание песка в воде; раз в две недели проверяют динамический уровень и дебит скважины, а при остановках насосного оборудования (но не реже одного раза в месяц) — статический уровень. Раз в месяц производят бактериологический и раз в два месяца — химический анализ воды.

Все данные наблюдений, а также время работы водоподъемного оборудования заносятся в эксплуатационный журнал, где отмечаются еще произведенные ремонты, профилактические осмотры насосного оборудования и замена эксплуатационных насосов. Данные эксплуатационного журнала позволяют выявить основные неисправности скважины и водоподъемного оборудования, возникающие в процессе эксплуатации. Так, при изменении статического и динамического уров-

ней воды и удельного дебита возможные причины уменьшения производительности скважин можно определить по табл. 21. Приведенные в таблице данные служат только для предварительной оценки возможной неисправностн.

21. Основные причины неисправностей скважин [21]

Признаки неисправности			Возможные причины уменьшения производительности скважин
по уровню воды		по удельному дебиту	
статическому	динамическому		
Без изменения	Выше прежнего	Без изменения	Неисправность водоподъемника
	Постоянное понижение	То же	Увеличение районной депрессии
	Периодическое понижение	»	Влияние работы соседних скважин
	Ниже прежнего	Уменьшенный	Неисправности водоприемной части скважины
Ниже прежнего	Без изменения	Почти без изменения	Поглощение воды на участке выше диамического уровия
	Ниже прежнего	Уменьшеиный	Поглощение воды на участке ниже динамического уровня

УМЕНЬШЕНИЕ ДЕБИТА СКВАЖИН И МЕРЫ ПО ЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ

При работе водозаборных скважин наблюдается резкое синжение их дебитов, когда это не определяется степенью истощения водоносного пласта. Причина этого явления — снижение водозахватной способиостн фильтров в связи с кольматацией их материала или заполнением порового пространства контактирующего с фильтром грунта (гравийно-песчаной обсыпки) химическими веществами или минеральными частицами.

Химическое зарастаиие (кольматаж). Это явление выражается в заполнении порового пространства прифильтровой зоны, песчано-гравийной обсыпки, ячеек материала фильтра, зазора между этим материалом и наружной поверхностью каркаса фильтра и отверстий перфорации нерастворимыми в воде образоваиями — гидратированными окислами и солями, осаждающимися из фильтрационного потока. Основными факторами, определяющими интенсивность кольматажа, являются: химический состав подземных вод, способность их к выделению осадка, литологический состав водовмещающих пород; гидравлические характернстики фильтров; условия водоотбора.

Осадки, кольматирующие фильтры и прифильтровые зоны, представлены такими соединениями, как $Fe(OH)_3$, $CaCO_3$, Fe_2O_3, $Mn(OH)_2$, $Mn(OH)_4$, $SiO_2 \cdot nH_2O$, Al_2O_3, сульфидами металлов и механическими примесями. Следовательно, процесс химической кольматации прифильтровых зон при заборе гидрокарбонатнокальциевых вод контролируется содержанием в подземных водах соединений железа, марганца, двуокиси кремния и их стабильностью. При наличии в подземных водах в растворенном виде сероводорода изменение щелочно-кислых условий вблизи скважиины влечет за собой возможность выпадения в осадок сульфидов металлов.

Возможность кольматации фильтров и прифильтровых зон солями жесткости оценивается по данным химического анализа воды с использованием показателя Ризнера $R = 2pH_s - pH$. Для подземных вод, используемых в водоснабжении, величину pH_s равновесного состояния определяют по формуле

$$pH_s = 11{,}25 - \lg(Ca^{2+}) - \lg(10HCO_3^-),$$

где Ca^{2+} — содержание ионов Са, мг/л; HCO_3^- — содержание ионов HCO_3, мг·экв/л.

22. Классификация подземных вод по влиянию их химического состава на изменение дебита скважин

Тип вод	Основные показатели	Преобладающий осадок	Влияние на фильтры	Мероприятия, предупреждающие уменьшение дебита
1. Агрессивные	$R > 7,5$, $Fe < 0,3$ г/л		Разрушение материала фильтра и обсадных труб (наиболее быстро — сетчатые и трубчатые фильтры, перфорированные вертикальными отверстиями)	Сооружение бесфильтровых скважин, использование для фильтров коррозиеустойчивых материалов (нержавеющая сталь типа 304); применение фильтров из пластмасс и с противокоррозионным покрытием. Запрещается использование асбестоцементных и бетонных труб
2. Вызывающие зарастание фильтра соединениями железа	$R < 7,5$, $Fe > 0,3$ г/л	$Fe(OH)_3$	Зарастание фильтра и гравийной обсыпки соединениями железа	Применение каркасно-стержневых фильтров на трубчатых каркасах с мощными гравийными обсыпками. Динамический уровень должен быть на 5—6 м выше верхнего рабочего колеса насоса. Не допускаются колебания динамического уровня. Не рекомендуется использование эрлифтов. Через каждые 6—8 мес — подъем, ревизия, разборка и чистка насосов и водоподъемной колонны; через 1,5—2 года — механическая чистка и реагентная обработка скважин
3. Вызывающие зарастание фильтра солями жесткости	$R < 6$, $Fe < 0,3$ г/л	$CaCO_3$	Интенсивное зарастание проволочных, сетчатых и гравийных фильтров солями кальция	Увеличение мощности гравийной обсыпки; применение послойной обсыпки; уменьшение понижения уровня воды в скважине; увеличение скважности фильтров. Отбор воды — 2,5—3 м³/ч на 1 м² поверхности фильтра; скорость на входе в фильтр — менее 0,34 м/с. При ремонтах — солянокислотная обработка, гидроимпульсные методы (для каркасных и проволочных фильтров)
4. Вызывающие зарастание фильтра силикатными и алюмосиликатными соединениями	Al_2O_3 или $SiO_2 \cdot nH_2O > 10$ мг/л	Коагели взаимного осаждения кремнекислоты, окислов алюминия и гидроокислов железа	Зарастание фильтров и обсыпок желе- и пастообразными соединениями, впоследствии приобретающими высокую твердость	Через 8—10 мес — механическая очистка скважины и прокачка с дебитом в 1,6—2 больше эксплуатационного. Увеличение интервала обработки недопустимо в связи с переходом осадков из пластического в твердое состояние. Раз в 2 года — обработка бифторидом аммония
5. Вызывающие зарастание фильтров продуктами жизнедеятельности бактерий	$Fe > 0,3$ мг/л, $pH < 7$, минерализация — более 1 г/л	Соединения железа и марганца	Зарастание фильтров и обсыпок независимо от материала фильтра (характерно для прирусловых водозаборов в четвертичных отложениях)	Уменьшение входных скоростей в фильтр; создание мощных гравийных обсыпок, обеспечение ламинарного движения на входе в фильтр. Хлорирование скважин; обработка перманганатом калия; увеличение pH воды. Установка в фильтре источника гамма-лучей интенсивностью 100 рад/ч (для иенитьевых скважин). Озонирование скважин, подача озона в зону обсыпки фильтра

Индекс Ризнера показывает степень насыщения углекислым кальцием и определяет возможность выпадения осадков или развития коррозии: при $R>7,5$ вода коррозионна, при $7,5>R>6$ возможно развитие процессов коррозии и кольматажа, при $R<6$ вода склонна к выделению кольматирующих образований

Если $R<6$, а в ряде случаев если $R\leqslant 7,5$, на трубах и фильтре образуется равномерный слой кристаллических отложений. Образование такого слоя карбонатов изолирует металл от непосредственного контакта с водой и исключает разрушение труб кислотами, сероводородом, растворенным кислородом и т. д.

Равновесие серосодержащих соединений также неустойчиво и нарушается при незначительном изменении pH воды. В этом случае в прифильтровой зоне выпадают в осадок сульфиды металлов. Кольматация фильтров и прифильтровых зон в значительной мере интенсифицируется деятельностью железомарганцевых бактерий.

Все пресные гидрокарбонатно-кальциевомагниевые воды, используемые для водоснабжения, по влиянию на фильтры водозаборных скважин и по механическому составу преобладающего осадка можно разделить на пять типов (табл. 22).

Механическая кольматация обсыпок. Возникает в результате заполнения пор песчано-гравийного материала глинистыми и пылеватыми частицами, входящими в состав пород водоносного пласта либо принесенными в пласт при бурении роторных скважин с применением глинистого раствора. Запескованность и заиление скважин чаще всего наблюдаются при отсутствии, неправильном подборе или нарушении технологии устройства песчано-гравийных обсыпок и обусловливаются выносом фильтрационным потоком грунтовых частиц во внутреннюю полость скважин. Часть этих частиц оседает на дно скважины, заполняя не только отстойник, но и фильтр; другая часть, находясь во взвешенном состоянии, откачивается насосами, вызывая пескование скважины.

Процесс механической кольматации можно резко уменьшить, если вскрытие водоносного горизонта происходит с промывкой чистой водой, входная скорость в фильтр минимальна и близка к оптимальной (0,03 м/с), скважность каркаса максимальна и составляет не менее 25 %, отверстия фильтра удерживают 90 %

23. Зависимость дебита строительной откачки, обеспечивающего полную очистку ствола, от диаметра фильтра

Диаметр частиц, мм	Минимальный дебит, м³/ч, при внутреннем диаметре фильтра, мм					
	100	130	150	200	225	300
0,01	2	3	3	4	4	5
0,05	6	7	12	13	14	17
0,1	11	14	22	26	31	39
0,2	19	29	31	38	48	60
0,5	28	38	46	54	59	71
0,8	36	46	52	59	66	79
1	42	51	56	64	73	89
1,5	48	56	62	69	81	96
2	52	62	69	75	90	110

гравийной обсыпки при однородных водоносных горизонтах и обсыпке и около 40 % — при разнородных составах, минимальная толщина гравийной обсыпки — 76, максимальная — 230 мм.

Механическая кольматация и перекрытие фильтра изнутри не наблюдаются в скважинах с правильно подобранными и сооружениями фильтрами и в значительной степени локализуются при правильном проведении строительных откачек. Дебит откачек, при котором происходит полный вынос частиц, определяется по табл. 23. Сравнивая величины заиленной части фильтра (фактическую и расчетную), можно определить характер неисправности фильтра: превышение фактической величины заиленной части над расчетной указывает на прорыв песка в скважину.

При поступлении частиц песка в ствол скважины наиболее крупные частицы осаждаются на забое, в результате чего частично или полностью перекрывается

фильтр и снижается производительность скважины. Слой песка, находящийся на забое скважины во время ее работы, носит название песчаной пробки.

Для борьбы с образованием песчаных пробок в процессе эксплуатации скважин ПКК «Востокбурвод» разработано устройство, которое изменяет режим движения воды в нижней части фильтра и ликвидирует пассивную зону, где происходит оседание частиц. Устройство (рис 8) состоит из надфильтровой трубы, фильтра, заглушки с клапаном и свободно размещенной внутри фильтра трубы, снабженной в нижней части отверстиями, а в верхней — конусными направляющими и замком. Внутренняя труба с уплотнением устанавливается в нижней части фильтра. Частицы песка, проходящие в фильтр ниже уплотнения, попадают через отверстия в трубу и по ее каналу направляются в верхнюю часть фильтра, где скорость воды достаточна для их выноса

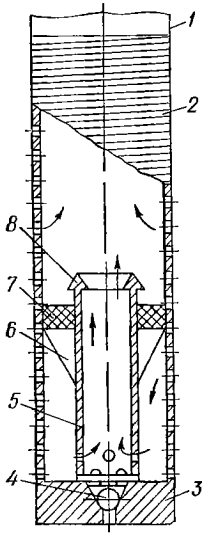


Рис. 8. Устройство для предотвращения образования песчаных пробок:

1 — надфильтровая труба; *2* — фильтр; *3* — заглушка; *4* — клапан, *5* — внутренняя труба; *6* — корпусные направляющие; *7* — уплотнение; *8* — замок.

Опыт ликвидации песчаных пробок в скважинах указывает на необходимость проведения тщательного обследования для определения причин появления пробки Выбор способа ее извлечения зависит от степени цементирования и положения пробки в стволе скважины, а также от положения уровня воды в скважине и наличия необходимого оборудования. Устранение причин образования пробки в случае неисправностей элементов конструкции скважины требует проведения сложных ремонтных работ. В ряде случаев для ликвидации пескования достаточно уменьшить водоотбор из скважины.

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ И РЕМОНТУ

СОСТАВ РАБОТ

Техническое обслуживание. Предназначено для поддержания объектов водоснабжения в работоспособном состоянии и в надлежащем виде, уменьшения интенсивности старения элементов и износа деталей водоподъемного и другого оборудования, предупреждения отказов, неисправностей или выявления их с целью своевременного устранения. Техническое обслуживание является профилактическим мероприятием, проводимым в плановом порядке через определенный период работы объектов водоснабжения

Техническое обслуживание (табл. 24) включает контрольно-диспетчерские, крепежные, смазочные, регулировочные, электротехнические и другие работы, выполняемые, как правило, без демонтажа узлов сооружения.

По периодичности, объему и трудоемкости работ техническое обслуживание подразделяется на ежедневное (ЕО), собственно техническое (ТО) и сезонное (СО).

Ежедневное обслуживание — это общий контроль, направленный на обеспечение бесперебойного водоснабжения, поддержание надлежащего внешнего вида сооружения и зоны санитарной охраны. В состав ЕО входят осмотр и проверка технического и санитарного состояния надустьевого оборудования, павильона насосной станции, водовода, водонапорной башни и территории зоны санитарной охраны, а также контроль за работой водоподъемного оборудования.

Ежедневное обслуживание в межосмотровые и межремонтные периоды осуществляется работником, состоящим в штате эксплуатирующего предприятия, прошедшим инструктаж в специализированной водохозяйственной организации и получившим соответствующий документ.

24. Объем работ, выполняемых при техническом обслуживании и ремонте объектов водоснабжения

Техническое обслуживание	Текущий ремонт	Капитальный ремонт
	Водозаборные скважины	
Замер статического, динамического уровней и дебита; определение исправности герметичного оголовка	Очистка ствола и фильтра механическими, реагентными либо другими методами; извлечение песчаной пробки; извлечение посторонних предметов из скважины	Переход на другой водоносный горизонт; замена фильтров; извлеченне песчаных пробок с применением ремонтно-буровых установок
	Водоподъемное оборудование	
Определение сопротивления изоляции электродвигателя погружного насоса (норма — 5 МОм) и нагрузки (увеличение потребляемого тока на 20—25 % свидетельствует о неисправности); проверка звучання насоса; измерение максимального напора (допускается увеличение не более чем на 15 % выше номинального); проверка содержания песка в воде	Демонтаж насоса и электродвигателя; частичная разборка и ремонт насоса (очистка деталей, контроль сопрягаемых деталей, замена втулок, подшипников при износе более 0,8 мм, устранение дефектов резьбы под стяжную гайку и в корпусных деталях); сборка и проверка вращения ротора (свободно — от руки) и осевого люфта (норма — 5 ± 2 мм); частичная разборка и ремонт электродвигателя (определение ресурса статорных обмоток, очистка деталей, замена втулок подшипниковых щитов при износе более 0,06 мм, ремонт втулок подшипников на валу ротора, замена изоляции в местах соединения обмоток); сборка электродвигателя; регулировка зазоров	Полная разборка насоса, замена направляющих аппаратов и рабочих колес (выбраковываются при трещинах и изломах); полная разборка электродвигателя, удаление и перемотка поврежденных обмоток (при сопротивлении менее 0,5 МОм относительно корпуса), выпрессовка подшипников ротора и замена резинометаллических втулок); сборка и испытание электронасоса в течение 72 ч
	Система автоматического управления	
Наружный и внутренний осмотр станции управления; проверка надежности заземления и состояния контактных соединений схемы; смазка их техническим вазелином; измерение сопротивления изоляции электрических цепей станции (норма — более 4 МОм)	Измерение сопротивления изоляции проводов (норма — 0,5 МОм); замена и изоляция поврежденных проводов; разборка и зачистка контактных клеммных соединений; измерение сопротивления переходных контактов заземления корпуса станции, зачистка и смазка их; проверка крепления электроаппаратуры на панели, замена поврежденных бол-	Полная разборка элементов станции управления; чистка, промывка и сушка деталей и узлов; перемотка или замена клемм и крепежных деталей; ремонт магнитных пускателей, автоматов, реле защиты и управления

Продолжение табл. 24

Техническое обслуживание	Текущий ремонт	Капитальный ремонт
	тов; проверка уплотнительной прокладки дверок станции, замена ее; окраска корпуса	
Элементы станции управления		
Автоматические выключатели АЗ и АП		
Очистка поверхности механизма от пыли и копоти; осмотр контактов, проверка их провалов (норма для АЗ-116 и АЗ-134 — $2 \pm 0{,}8$ мм, АЗ-124 — $2{,}5 \pm 0{,}8$ мм, АП-50 — $2{,}0 \pm 1$ мм); измерение сопротивления изоляции корпуса (внешний зажим) между полюсами (норма — 10 МОм); смазка шарнирных соединений; проверка работы теплового (время сработки — 3—10 с) и электромагнитного (мгновенная сработка при токе 10 $I_{ном}$) расщепителей	Проверка состояния крышки; при необходимости замена ее; проверка, очистка и замена при толщине менее 0,5 мм контактов; проверка механизма выключения пружины, замена ее; измерение провалов контактов; проверка начальных (норма — 7—9 Н) и конечных (норма 9—11 Н) нажатий контактов; измерение сопротивления изоляции между верхним зажимом и механизмом включения (во включенном положении), между подвижным и неподвижным контактами (в отключенном положении норма — 1 МОм)	Замена контактов, дугогасительной решетки, изношенной обратной пружины; очистка и смазка механизма
Магнитные пускатели ПМЕ, ПА, ПАЕ, контакторы КТ		
Очистка от пыли, проверка крепления к корпусу станции, осмотр состояния деталей, проверка провалов контактов (норма, мм: ПМЕ-221 — $3_{-0,8}$, ПАЗ-311, ПАЕ-311 — $2{,}7_{-0,8}$; ПА-511, ПАЕ-511, ПА-611, ПАЕ-611 — $4{,}5_{-0,8}$; ПА-411, ПАЕ-411 — $4{,}0_{-0,8}$; КТ-7013С, КТ-1023С — $3{,}0_{-1}$), их нажатия (норма, Н: ПМЕ-211 — 4, ПА-311, ПАЕ-311 — $13 \pm 1{,}3$; ПА-411, ПАЕ-411, ПАЕ-411 — $18 \pm 1{,}8$; ПА-511, ПАЕ-511 — 33 ± 3; ПА-611, ПАЕ-611 — 50 ± 5; КТ-7023С — 22), состояния поверхности магнитопровода; измерение сопротивления изоляции	Очистка поверхности якоря и сердечников, замена их в случае необходимости; проверка зазора между крайними и центральными стержнями (норма — 0,15—0,3 мм); осмотр и замена короткозамкнутых витков катушки пускателя; измерение сопротивления изоляции катушки пускателя (норма — 0,5 МОм); сопротивления изоляции между входом и выходом каждой фазы и каждого полюса блок-контакта, между соседними полюсами при замкнутых контактах, между корпусом и всеми токоведущими частями (норма — 1 МОм)	Замена изношенных мостиков, пластин, контактов, контактных пружин, катушки магнитопровода; устранение дефектов под винты крепления токоведущих проводов

Продолжение табл. 24

Техническое обслуживание	Текущий ремонт	Капитальный ремонт
Тепловые реле ТРА и ТРВ		
Удаление пыли, проверка состояния деталей и контактов реле; измерение сопротивления изоляции между корпусом станции управления и контактными зажимами главной и силовой цепей (норма — 10 МОм при 20 °С)	Зачистка контактов; проверка работы реле (время срабатывания — 15—300 с, время возврата — не более 2—3 мин; срабатывание и возврат — скачкообразно)	Замена изношенных контактов, ослабленной пружины или рессоры возврата контактного мостика; устранение дефектов резьбы под винты крепления токопроводящих проводов
Реле РП-23, РП-25		
Проверка состояния контактов их провалов (норма — 0,7 мм), состояния катушки (лаковое покрытие не должно иметь повреждений); измерение сопротивления изоляции между металлической панелью и контактными зажимами	Подтягивание винтов; проверка пайки; перепайка, замена и изоляция проводов внутренних соединений; проверка, зачистка и замена контактов возвратной пружины; измерение сопротивления изоляции обмотки и контактов катушки относительно магнитопровода (норма — 0,5 МОм)	Замена контактов, пружины реле и катушки; устранение дефектов резьбы под крепления; проверка работы реле (должно срабатывать при напряжении 80 % номинального)
Универсальные переключатели УП-5300		
Проверка состояния контактов и мест подключения подводящих проводов; измерение сопротивления изоляции между металлической панелью и контактными зажимами	Зачистка контактов, замена их при толщине менее 0,5 мм; смазка поверхности кулачков и фиксаторов; измерение сопротивления между подвижными и неподвижными контактами, контактами смежных пакетов и осью рукоятки (норма — 1 МОм)	Замена изношенных контактов, ослабленных пружин, устранение дефектов резьбы под винты крепления
Водонапорные башни		
Очистка датчика уровня от твердого осадка и ила; проверка электрической цепи датчиков, контактных соединений; измерение сопротивления изоляции между токоведущими частями датчика и металлическими частями емкости (норма — 3 МОм при 20 °С)	Металлические: промывка бака с очисткой внутренних стенок, очистка от осадков; железобетонные и бетонные: очистка внутренней стороны стен баков и резервуаров, их испытание на утечку, заделка повреждений, промывка и дезинфекция, очистка от осадков	Металлические: замена отдельных элементов основных и несущих конструкций, замена спускных и грязевых труб, фасонных частей и арматуры, полная или частичная замена крышки, корпуса и днища резервуара; железобетонные и бетонные: удаление обсыпки, восстановление гидроизоляции и штукатурки, замена труб и фасонных частей арматуры

Продолжение табл 24

Техническое обслуживание	Текущий ремонт	Капитальный ремонт
	Павильоны насосных станций	
Уборка помещений; очистка колодцев от грязи	Проверка технического состояния плит перекрытий, днища, стенок; повреждений; частичное восстановление гидроизоляции железобетонных колодцев	Полное восстановление гидроизоляции железобетонных колодцев; смена люков колодцев, лестниц и ходовых скоб; ремонт дренажей вокруг павильонов; заделка трещин в стенах
	Зоны санитариой охраны	
Уборка территории зоны	Исправление перекосов ворот и калитки; ремонт отдельных звеньев заграждений; замена досок	Частичная или полиая замена деревянных столбов ограждений; замена отдельных железобетонных столбиков (до 20 %) и секций ограждеиий (до 40 %)
	Водопроводы	
Исследование режима работы (проверка давления манометрами в контрольных точках); обследование технического состояния сетевой арматуры и мелкий ремонт; наружный осмотр стыков и фланцев трубопроводов	Установка ремонтных муфт, хомутов, сварка и подчеканка стальных раструбов для заделки мест утечки воды, перечеканка и заделка стыков, ремонт крепления, смена болтов и прокладок гидрантов и колонок; замена болтов, прокладок; регулировка работы вантузов и предохранительных клапанов	Замена до 20 % трубопроводов; восстановление поврежденной термо- и гидроизоляции; прочистка и промывка сети; частичная замена фланцев; контрольная опрессовка отремонтированных участков

Примечание. В объем работ последующих стадий полностью входят работы предыдущих стадий (ТО — в текущий ремонт, ТО и ТР — в капитальный ремонт).

Собственно техническое обслуживание состоит из работ ежедневного обслуживания и проверки технического состояния оборудования с проведением демонтажных и регулировочных работ. ТО выполняет специализированная водохозяйственная организация (подрядчик) на договорных началах с предприятием (заказчиком).

Сезонное обслуживание заключается в подготовке водоснабжения к эксплуатации в осенне-зимний и весенне-летний периоды. Допускается совмещение СО с ТО.

Периодичность технического обслуживания — 3—4 раза в год в зависимости от состояния скважины и рекомендаций по ее эксплуатации.

Ремонт скважин (см. табл. 24). Предназначен для восстановления и поддержания работоспособности объектов водоснабжения, устранения отказов и неисправностей, возникающих в работе или выявленных при техническом обслуживании. Отказ заключается в нарушении работоспособности объекта, приводящем к прекращению водоотбора или ухудшению качества воды. Все другие отклонения технического и санитарного состояния сооружений от установленных норм являются неисправностями.

В зависимости от назначения и сложности выполнения ремонт подразделяется на текущий (ТР) и капитальный (КР).

Текущий ремонт проводят для устранения отдельных мелких неисправностей и восстановления частично утраченной работоспособности объектов водоснабжения. Помимо работ, предусмотренных планом, в ТР включаются непредвиденные работы по срочному исправлению случайных повреждений, которые могут привести к аварии или ухудшению условий эксплуатации. Чтобы сократить простои объектов, текущий ремонт производят узловым методом, при котором заменяют неисправные или требующие капитального ремонта узлы на исправные, взятые из оборотного фонда.

Капитальный ремонт является наибольшим по объему плановым ремонтом, при котором проводят реконструкцию для полного восстановления утраченной работоспособности объекта водоснабжения. При этом осуществляют полную разборку или замену отдельных узлов на более прочные и экономичные, замену фильтров, извлеченне или цементацию колонны обсадных труб, углубление скважины и т. д.

Для восстановления и поддержания на требуемом уровне производительности скважин, а также для увеличения их долговечности применяются механические, гидродинамические, химические, взрывные и комбинированные методы ремонта.

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТ

Обоснование структуры службы технического обслуживания и ремонта. Организация работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту начинается с разбивки территории на районы, однотипные по срокам проведения работ и приемлемым методам и средствам очистки скважин. Сроки и средства обусловлены в основном химическим составом эксплуатируемых подземных вод и выделяемых ими осадков (кольматанта) [8].

Первоначально определяют районы, однотипные по химическому составу подземных вод, показателю Ризнера и литологическому составу водовмещающих пород. Районирование выполняют по архивным данным. Оно позволяет уже на стадии проектирования классифицировать намеченные к использованию подземные воды и обусловить необходимые меры борьбы с кольматажем.

Далее выделяют районы с преобладающим составом осадков на фильтровых зонах скважин. При этом учитывают соответствие состава кольматанта фильтра составу осадков на водоподъемном оборудовании и надфильтровых трубах. В пределах этих районов выделяют участки с преобладанием в кольматанте иных соединений, не характерных для всего района [например, участок с преобладанием в кольматанте сульфидов железа в районе железистых кольматирующих соединений состава $Fe(OH)_3$].

Следующий этап — выделение районов по способам регенерации. При этом учитывают конструкцию фильтра, время эксплуатации скважин и их техническое состояние. Так, если по составу кольматанта наиболее эффективной является солянокислотная обработка, но фильтры скважин сетчатые с латунной и медной сеткой, неустойчивой в кислой среде, то предусматривают обработку растворами дитионита натрия со стабилизирующими добавками фосфатов (при железистом кольматаже).

При борьбе с карбонатным кольматантом импульсным методом для фильтров с трубчатыми каркасами рационально применение взрыва детонирующего шнура и электрогидроудара; при наличии проволочной обмотки обработку следует вести пневмовзрывом.

Конструкция фильтра является одним из основных факторов, определяющих периодичность проведения восстановительных работ: межремонтный срок для скважин, оборудованных сетчатыми фильтрами, меньше, чем для скважин с трубчатыми и стержневыми фильтрами с проволочной обмоткой, а для последних — меньше, чем для скважин с трубчатыми перфорированными фильтрами. Время стабильной работы, определяющее межремонтный период, составляет для скважин с каркасно-стержневыми фильтрами 12—38 мес, а для сетчатых фильтров 6,2 мес [2]. Эти данные характеризуют работу скважин в непрерывном режиме и при эксплуатации их в течение части суток; они должны быть скорректированы пропорционально отработанному времени.

Экономический эффект от регенерации скважин определяется зависимостью

$$Э = k_у \left(\frac{З_1 - З_2}{Q_1} - \frac{З_2}{\Delta Q} \right) \Delta Q,$$

где $З_1$ — эксплуатационные затраты, руб.; $З_2$ — затраты на регенерацию, руб.; Q_1 — суммарный отбор до обработки, м³/ч; ΔQ — приращение отбора за счет обработки, м³/ч; $k_у$ — коэффициент (табл. 25), учитывающий устойчивость дополнительного отбора воды за счет обработки (отношение межремонтного периода скважин к расчетному).

Для осуществления работ по техническому обслуживанию и ремонту необходима специализация на уровне трестов и объединений. В ряде областей РСФСР такие работы в сельской местности осуществляет специализированный трест «Ремсельбурвод» Минводхоза РСФСР подчиненными ему областными передвижными механизированными колоннами, а также прорабскими и мастерскими участками, бригадами и звеньями.

25. Осредненные значения коэффициента $k_у$ [2]

Место обработки	Время устойчивой работы скважины после обработки, мес	Рациональный межремонтный период скважины, мес	Значения $k_у$
Пневмовзрывной	1	5	0,42
Электрогидроударный	2	7	0,58
Взрыв ТДШ	2,7	8	0,67
Реагентный	6—13	20—33	1,66—2,75

Основным первичным звеном является бригада, входящая в состав участка. Она обслуживает один административный район (100—120 скважин) Количественный, структурный и квалификационный составы бригад зависят от вида выполняемых работ, гидрогеологических условий района и режима работы. Бригады делятся на звенья, выполняющие постоянные операции. Свою деятельность бригада осуществляет на основании ежемесячного наряда-задания, выдаваемого мастером и составляемого в соответствии с производственными планами и графиками.

Оплата ремонтных работ [18]. Общее планирование ведется по разрабатываемой подрядной организацией совместно с заказчиком годовой программе работ на основании утвержденных пятилетних планов, оформляемой протоколом согласования объемов по видам работ и источникам финансирования. Протокол утверждает вышестоящая организация. Подрядной организации передаются контрольные цифры плана работ, определяющие ее объем, мощность, цели и задачи. В годовых планах на текущий ремонт предусматривается резервирование до 25 % ассигнований для непредвиденных (аварийных) работ.

Утвержденная годовая программа является основой договоров, заключаемых с хозяйствами на проведение работ. Договором определяется объем и вид работ, стоимость, количество объектов, сроки технического обслуживания и ремонта отдельно по каждому объекту, взаимоотношения сторон Приложением к договору служат графики работ, согласованные с руководством хозяйств. Если в течение года возникает необходимость в выполнении дополнительного объема работ, то на этот объем с разрешения руководства заказчика составляется дополнительное согласование. После утверждения планового задания и заключения договоров основные показатели (объем работ в физическом и денежном выражении, численность, фонд заработной платы, выработка, графики работ, поставка материально-технических ресурсов и др.) доводятся до прорабских и мастерских участков.

При приемке скважины на техническое обслуживание и текущий ремонт договором предусматривается выплата подрядчиком заказчику штрафа за некачественно выполненные работы, нарушение графика технического обслуживания и ремонта, если это привело к простою объекта водоснабжения. При этом капитальный ремонт производится по специально заключенным договорам за отдельную плату.

При непредвиденных ремонтных работах по устранению неисправностей (отказов), не прогнозируемых при техническом обслуживании, заказчик с подрядчиком проводят обследование и составляют акт по установленной форме. Если отказ произошел из-за неправильной эксплуатации объекта, подрядчик устраняет неисправность за счет заказчика; если неисправность вызвана невыполнением договорных обязательств подрядчиком или дефектами при изготовлении и капитальном ремонте водоподъемного, электрического или водозаборного оборудования, отказ устраняет подрядчик за свой счет. Завод-изготовитель или ремонтный

26. Расчет стоимости содержания водозаборной скважины

Виды работ	Количество на год	Стоимость, руб.		
		единицы	общая	в том числе строительно-монтажных работ
Техническое обслуживание	4	43	172	168
Текущий ремонт	1	257	257	245

Примечание. К стоимости работ добавляется 25 % стоимости погружного насоса, станции управления и водоподъемных труб.

27. Калькуляция на реагентную обработку водоприемной части скважины буровым агрегатом УРБ-2,5А

Обоснование	Статья расходов	Измеритель		Стоимость, руб.	
		единица	количество	единицы	всего
Ценник 11, п. 67 (k=1,25)	Переезд бригады, химреагентная обработка фильтровой зоны и промывка скважин	маш.-смена		32	
Ценник 1, п. 37	Стоимость реагента (кислоты)	т		67,8	
ЕРЕР 27—248, пп. 39—43	Откачка электропогружным насосом	сут		73	
Ценник 7, п. $\frac{434}{435}$ (k=0,9)	Монтаж и демонтаж электропогружного насоса (средняя глубина загрузки 40 м)	шт.		207	
	Итого				
	Накладные расходы				
	Итого				
	Плановые накопления				
	Итого				
	Дополнительные затраты на производство работ в зимнее время (2,9 %)				
	Увеличение стоимости на малый объем работ (7 %)				
	Затраты, связанные с повышением заработной платы среднеоплачиваемым работникам (2,4 %)				
	Итого ...				
	Доплата за передвижной характер работ (4,5 %)				
	Затраты на сдельно-премиальную оплату труда рабочих и доплату за выслугу лет (1 %)				
	Всего ...				

завод возмещает подрядчику убытки, связанные с выходом из строя водоподъемного, электроарматурного, электротехнического или водозаборного оборудования, не отработавшего срок, при условии соблюдения правил хранения, транспортировки, монтажа и эксплуатации. Если отказ произошел в результате дефектов и недоделок, допущенных строительной организацией при сооружении объекта водоснабжения, и обнаружен в гарантийный срок, то его устраняет строительная организация за свой счет.

В связи с отсутствием единых общесоюзных норм и расценок на работы по техническому обслуживанию и ремонту водозаборных скважин, расчеты между

28. Калькуляция на капитальный ремонт буровой скважины

Обоснование	Статья расходов	Измеритель		Стоимость, руб	
		единица	количество	единицы	всего
	Основные работы				
Ценник 11, п. 65 (k=1,25)	Переезд буровой бригады, монтаж бурагрегата и химреагентная обработка прифильтровой зоны	маш-смена		31,5	
ЕРЕР 27—178, прим. к п. 39.32В	Обнажение фильтровой колонны с применением гидравлических домкратов и лебедки агрегата	м		4,785	
ЕРЕР 27—12, п. 39.11а	Бурение в грунтах I—II групп	»		1,672	
Сб доп к ЕРЕР 69	Расход долота	шт.		38,4	
Ценник 11, п. 4 (k=1,25)	Работа автоводовозки АВВ-3,6	маш-смена		12,75	
Прейскурант 24-18-60 Минводхоза СССР	Стоимость фильтра	м		21,2	
ЕРЕР 27—284, прим. к пп. 39—43	Откачка воды из скважины электропогружным насосом	сут		73	
Ценник 7, п. $\frac{434}{435}$ (k=0,9)	Монтаж и демонтаж элекропогружного насоса	шт.		207	
	Итого ...				
	Дополнительные работы				
ЕРЕР 27—204, п. 39.34а	Извлечение фильтра из скважины	м		0,16	
ЕРЕР 27—204, прим. к п. 39.34а (k=0,75)	Спуск и подъем печати в трубах большого диаметра	»		0,12	
	Ловильные работы 6 рейсов	»		0,12	
ЕРЕР 27—254, пп. 39, 40 (k=0,7)	Спуск фильтровой колонны	»		0,39	
ЕРЕР 27—268, п. 39.41а (k=0,7)	Подъем надфильтровых труб	»		0,49	
	Итого ...				
	Дополнительные проценты (плановые накопления, доплаты и т. д.)				

заказчиком и подрядчиком за выполненне этих работ ведутся по местным территориальным либо ведомственным калькуляциям. Эти калькуляцин составляются на основании действующих ценников 1, 7, 11 н норм расценок на работы по бурению водозаборных скважин (ЕРЕР 27).

В качестве примера в табл. 26—28 приведены формы расчета расценок н калькуляций на ремонт скважнн В расчете учитываются работы по техническому обслуживанию и ремоиту. Техническое обслужнванне включает: контрольные замеры статнческого и динамнческого уровней, дебнта и содержанння песка в воде; проверку, регулировку и настройку автоматической снстемы управленнн; замер электрическнх параметров; возможную в полевых условиях замену неисправных деталей н узлов снстемы автоматического управлеиия. В состав ремонта входят· замер глубины скважины; очистка ствола от песчаной пробки; ловильные работы, герметизация устья скважины; замена пришедших в негодность насосов и наращнвание колонны водоподъемных труб. Работа электропогружного насоса рассчитана из ресурса 12 500 моточасов и принята 8 ч в сутки.

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА РЕМОНТНОЙ БРИГАДЫ

Ловильный инструмент (рнс. 9). В комплект инструмента ремонтной бригады входят. внутренняя труболовка для захвата водоподъемных труб при разрывах или развертывании муфтового соединенння, метчик для нарезания внутренней резьбы и захвата оборванного конца водоподъемной трубы либо иасоса, ловильный колокол для нарезаиия наружной резьбы и захвата оборванного конца водо-

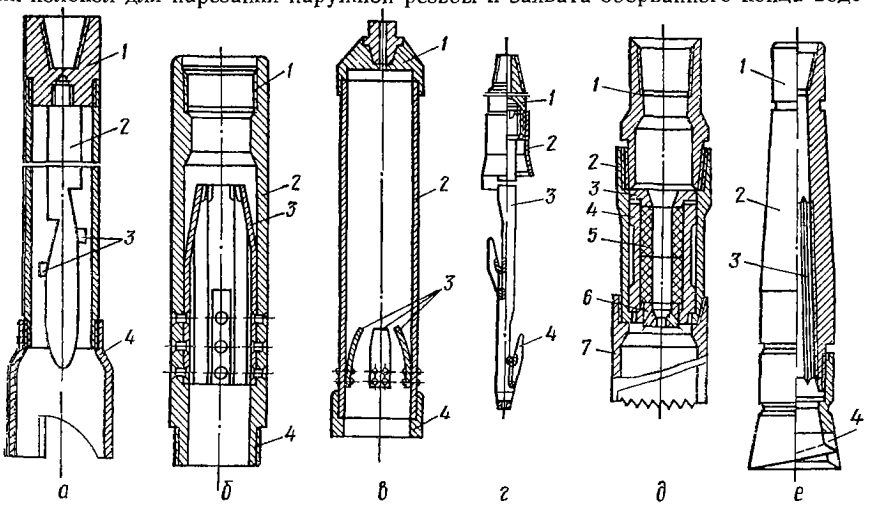


Рис. 9. Инструмент для проведения ловильных работ:

а — внутренняя труболовка ТВ-1 (*1* — переводник; *2* — ловитель, *3* — плашки, захватывающие трубу, *4* — направляющая воронка); *б* — овершот ловильный (*1* — резьба под трубы, *2* — корпус; *3* — пружнны, подхватывающие муфту трубы, *4* — резьба под направляющую воронку); *в* — ловитель для нзвлечения насосов (*1* — переводнпк; *2* — колонковая труба; *3* — пружина, *4* — воронка); *г* — ерш, изготовленный из металлического стержня (*1* — переводник; *2* — воронка; *3* — стержень; *4* — крючок); *д* — магнитный фрезер (*1* — переводник, *2* — корпус; *3* — верхний полюс, *4* — алюминиевая втулка; *5* — магниты, *6* — нижний полюс; *7* — воронка), *е* — колокол ловильный с воронкой (*1* — переводник; *2* — корпус; *3* — резьба для захвата; *4* — направляющая воронка).

подъемной трубы, ерш для захвата и нзвлечения токопроводящего кабеля, ловнтель для захвата н извлечеиня насосов, магнитный фрезер для захвата и подъема мелких металлических предметов, упавших в скважнну.

В большинстве случаев ловильный ннструмент изготавливается ремонтной брнгадой. Так, на артезианскнх водопроводных станциях Киева для этой цели используется комплект из овершота, якоря и электромагнита.

Овершот представляет собой кусок стальной трубы, диаметр которой меньше диаметра обсадной трубы скважины, с тремя лепестками длиной 170—200 мм, прорезанными через 120° и вогнутыми внутрь. Ловитель этого типа используется для извлечения из скважин водоподъемных труб, погружных и трансмиссионных насосов. Для этого его опускают на штанге в ствол скважины и накрывают им извлекаемый предмет, который своими выступами, муфтой или фланцем заходит за вогнутые лепестки и таким образом заклинивается и извлекается на поверхность.

Для захвата труб изнутри используется Т-образный якорь, шарнирные щечки которого имеют острые цементируемые зубья. Размах щечек принимают равным наружному диаметру извлекаемой трубы, что обеспечивает лучший захват предмета.

Одним из самых универсальных инструментов является электромагнит, который представляет собой стальной сердечник диаметром 90 и длиной 420 мм. С одной стороны сердечник выполнен в виде заглушки, заканчивающейся хвостовиком. Заглушка и хвостовик имеют резьбу. На сердечник намотан медный обмоточный провод марки ПБД диаметром 2,1 мм, изолированный двумя слоями обмотки из хлопчатобумажной пряжи. Один конец катушки замкнут на сердечник, а другой через отверстие в заглушке выведен наружу. Для защиты катушки электромагнита от воздействия воды на сердечник навинчен стальной корпус диаметром 156 мм. Пространство между катушкой и корпусом заполнено кабельной массой. Питание электромагнита осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В через селеновый выпрямитель марки ВСА-5А-К. Для извлечения посторонних предметов в ствол скважины опускают электромагнит, затем включают в обмотку катушки ток. Он легко извлекает из скважины электродвигатель за торец ротора. Максимально допустимое подъемное усилие электромагнита — 800 кг.

Грузоподъемное оборудование. Все технические процессы, выполняемые при ремонте скважин, связаны с необходимостью проведения спуско-подъемных операций. Поэтому главным оборудованием является грузоподъемное: приводные лебедки (электрические реверсивные и фрикционные), крановые установки на автомашинах, а также специальные ремонтные агрегаты, изготавливаемые в мастерских на базе буровых агрегатов роторного бурения либо серийно в заводских условиях.

Электрические реверсивные однобарабанные лебедки типа Т-66, Т-22,4, Л-3002 и ПЛ-5-50 грузоподъемностью соответственно 0,5, 1,3 и 5 т устанавливаются, как

29. Легкие переносные краны

Наименование показателей	Т-108А, КП-3	„Пионер"	МЭМЗ	БТК-2А	С-391
Грузоподъемность, т	0,5	0,5	1	0,25—0,5	0,5—1,5
Вылет стрелы, м	2,9	2,9	2,1	3,5—7	5—10
Высота подъема, м	6—8	6—8	5—7	7,05—13,55	11,3—13,6
Скорость подъема, м/мин	15	15	15	15—30	20,2
Мощность электродвигателя, кВт	4,5	2,8	2,2	2,2	7,8
Масса крана, кг:					
без контргруза	650	600	1910	958	3000
с контргрузом	1335	1100	—	2058	7000

правило, стационарно у водозаборных скважин, обеспечивающих водоснабжение городских водопроводов. Фрикционные однобарабанные (Т-109) и двухбарабанные (Т-136) лебедки грузоподъемностью соответственно 1 и 1,25 т применяются при ремонте скважин. Относительно небольшая их масса, простота устройства и управления обеспечивают удобство в работе и позволяют быстро производить монтажно-демонтажные работы по их установке независимо от расположения надскважинного павильона.

Легкие переносные краны (табл 29) и крановые установки грузоподъемностью 3 и 5 т, смонтированные на автомашинах, применяются в основном для

проведения спуско-подъемных операций по демонтажу и монтажу водоподъемного оборудования скважин.

В Белорусской ССР (трест «Промбурвод») разработана грузоподъемная установка на шасси ГАЗ-52, предназначенная для замены насоса при выполнении

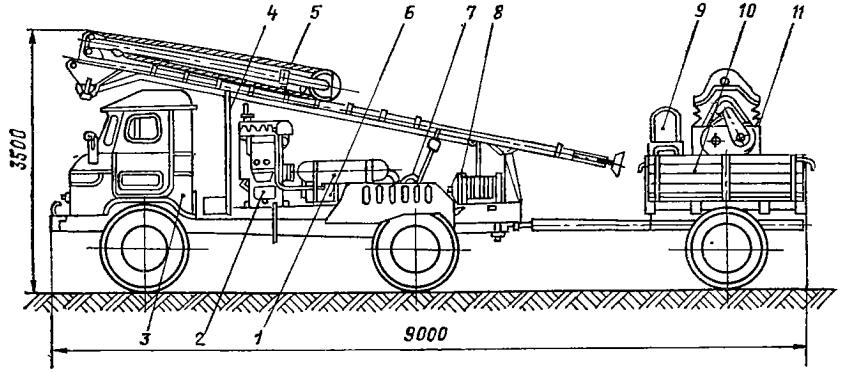


Рис. 10. Общий вид самоходного агрегата АВО-2:

1 — воздухосборник, *2* — поршневой компрессор КТ-7; *3* — автомобиль ГАЗ-66; *4* — опора для мачты в транспортном положении; *5* — монтажная мачта, *6* — электрический генератор ЕСС-81-6М; *7* — винтовой подъемник мачты; *8* — грузоподъемная лебедка; *9* — запасное колесо; *10* — прицеп; *11* — виброустановка ВУР-2.

текущего ремонта. В состав установки входят мачта с ручным раздвижением секций и лебедка с приводом от трехфазного электродвигателя. Вместимость барабана лебедки — до 80 м троса диаметром 11 мм.

30. Самоходные агрегаты ВНИИГС и треста «Промбурвод» [16]

Наименование показателей	АВО-1	АВО-2
Предельная глубина обслуживаемых скважин, м	250	120
Транспортная база (автомобиль)	ЗИЛ-131	ГАЗ-66
Мощность базового двигателя, л. с.	150	115
Высота мачты от поверхности земли до оси кронблока, м	11	9; 11
Расстояние от оси мачты до отвеса рабочего каната, мм	530	1500
Грузоподъемность мачты, т	2,5	2
Мощность электрического генератора, кВт	30	20
Подача компрессора, $м^3$/мин	5,3	5,3
Максимальное давление, развиваемое компрессором, $кгс/см^2$	9	9
Марка виброустановки	ВУР-3; ВУР-4	ВУР-2; ВУР-4
Максимальная масса груза, перевозимого в прицепе, т	1	1
Общая транспортная масса агрегата с прицепом и виброустановкой, т	12,5	7

В тресте «Промбурвод» на базе ударно-вибрационного агрегата АБВ-2М изготовлен агрегат АТР-2М для текущего ремонта скважин [10]. Агрегат смонтирован на шасси ГАЗ-66; мачта его вертикально-наклонная, допускающая удаление кронблока от рамы на 2 м. Грузоподъемность лебедки — 4 т; вместимость

барабана — 150 м троса диаметром 11 мм. На агрегате имеется сварочный трансформатор. Привод механизмов агрегата — от двигателя автомобиля через трансмиссию.

На базе буровых агрегатов УРБ-2А ВСЕГИНГЕО совместно с Кировской ПМК «Россельхозводстроя» изготовили ремонтный агрегат УАС-1. Агрегат оснащен компрессором К-5М, сварочным трансформатором и переоборудованной вертикально-наклонной мачтой. Ротор агрегата — съемный.

31. Буровые

Наименование показателей	УГБ-5ОМ	СБУД-15-3ИВ
Глубина бурения, м	50	150
Диаметры бурения (начальный/конечный), мм	198/92	151/132
Транспортная база	ГАЗ-66-02	ЗИЛ-131
Силовой привод	Д-65	
Мощность, л. с. (кВт)	50—55 (36,775—40,452)	
Высота мачты до оси кронблока, м	8	9,34
Механизм вращения	Шпиндельный вращатель	
Диаметр проходного отверстия, мм	—	52
Механизм подъема	Лебедка	
Диаметр каната, мм	13,5	13
Скорость подъема крюка, м/с	0,64—1,98	0,18—1,15
Габариты в транспортном положении, м	8×2,25×3,5	7,77×2,35×3,45
Масса установки (транспортная), т	6,235	9,845

32. Передвижные

Наименование показателей	ПСК-3,5	ПСК-5,25	ПСК-5
Подача, м³/мин	3,5	5,25	5
Рабочее давление, МПа	0,7	0,7	
Тип компрессора	Поршневой	У-образный	
Марка двигателя	АО-2-74-4	АО-2-82-4	ЗИЛ-120
Мощность, л. с. (кВт)	41 (30)	54 (40)	95 (69)
Габариты, мм	2500×1820×1715	2700×1820×1720	3830×1870×2020
Масса, т	1,14	1,31	2,86

Агрегаты АВО-1 и АВО-2 (рис 10). ВНИИГС и трест «Промбурвод» разработали агрегаты АВО-1 и АВО-2 (табл 30) для выполнения комплекса специальных и монтажных работ при освоении и текущем ремонте водозаборных скважин.

При освоении и текущем ремонте скважин, пробуренных вращательным способом с использованием глинистого раствора, агрегаты типа АВО позволяют осуществлять: вибрационную гидродинамическую обработку призабойной зоны и фильтра в сочетании с эрлифтной откачкой или другими методами водоподъема, в том числе при реагентных обработках скважин в случае химической кольматации; спуско-подъемные операции при монтаже (демонтаже) в стволе скважин рабочих органов, насосно-компрессорных труб и водоподъемного оборудования; запуск в работу погружных электронасосов для опробования после монтажа в скважине; чистку ствола скважины желонкой.

Агрегаты снабжены монтажной мачтой, грузоподъемной лебедкой, электрическим генератором с пультом управления, поршневым компрессором с воздухо-

сборником. Все механизмы смонтированы на шасси автомобиля и имеют привод от его двигателя. Вибрационные установки ВУР-2 и ВУР-3 транспортируются на одноосном прицепе и приводятся в работу от электрического генератора агрегата.

На агрегате АВО-1 установлена жесткая решетчатая мачта, обеспечивающая незначительный вылет грузового каната. Это позволяет вести работы на вновь пробуренных скважинах, но исключает использование этой машины при ремонте

установки [20]

УРБ-2,5А	УРБ-2А2	УРБ-3АМ	1БА-15В
200		500	
190/93	190/76	243/93	394/93
ЗИЛ-131		МАЗ-500А	
ЗИЛ-131		Д-54	Д-108
60		54	108
(44—13)		(39,717)	(79,434)
10,8	8,37	16	18
Ротор	Вращатель	Ротор	
150	—	250	410
Гидродомкрат		Лебедка	
15,5	11	15,5	18
0,68—2	0,6	0,54—1,56	0,2—1,39
11,07×2,38×3,76	8,82×2,45×3,37	10,7×2,8×3,5	10,85×3×3,75
10,845	10,08	13,7	14,7

компрессорные станции

ЗИФ-55	ДК-9М	ПК-10	ПР-10
5	10	10	
0,7	0,6	0,7	
Поршневой		Вертикальный	Ротационный пластинчатый
ЗИЛ-164А	Д-108	Д-108	ЯМЗ-236
100(73)	108(80)	108(80)	180(132)
3450×1890×1770	5080×1850×2550	4700×1890×2610	—
2,75	5,2	5,1	3,85

скважин с защитным сооружением. Подъем и опускание мачты осуществляется гидроцилиндром, который приводится в движение от установленного на платформе масляного насоса.

Монтажная мачта агрегата АВО-2 представляет собой трубчатую конструкцию и состоит из шарнирно-скрепленных между собой стойки и стрелы. В вертикальное положение мачту поднимают винтовым подъемником с электрическим приводом. Мачта снабжена устройством для фиксирования стрелы относительно стойки в рабочем положении. Мачта позволяет проводить монтажные и ремонтные работы на скважинах, где невозможно установить агрегат в непосредственной близости от устья. В зависимости от модификаций мачта агрегата АВО-2 может быть высотой 9 или 11 м от поверхности земли до оси кронблока.

Агрегат АВО-1 имеет двухбарабанную грузоподъемную лебедку. Наличие двух барабанов значительно сокращает время спуска в скважину насосно-компрессорных труб. Лебедка агрегата АВО-2 однобарабанная со встроенным планетарным редуктором.

Агрегаты АВО-1 и АВО-2 снабжены компрессорами КТ-7, представляющими собой двухступенчатую трехцилиндровую поршневую систему с воздушным охлаждением, и электрическими генераторами ЕСС-83-6М и ЕСС-81-6М. Электрические пульты управления включают силовые цепи напряжением 360 В и цепи управления напряжением 12 В.

Буровые установки и компрессорные станции. Для технического обслуживания и ремонта скважин применяются самоходные и передвижные буровые установки УГБ-50М, СБУД-150ЗИВ, УРБ-2,5А, УРБ-2А2, УРБ-3АМ, 1БА-15В (табл. 31). Эрлифтные откачки при ремонте и извлечении песчаных пробок, химреагентов и гидроимпульсные обработки выполняются с помощью передвижных компрессорных станций (табл. 32).

Автопередвижная лаборатория ДТВ-1. Предназначена для диагностики и технического обслуживания электрооборудования насосных станций. Комплект оборудования позволяет: проверять и настраивать контактные и бесконтактные системы автоматического управления погружными электронасосами; определять техническое состояние насосных агрегатов путем измерения его электрических параметров и состояние скважин путем измерения статического и динамического уровней воды; производить разборочно-сборочные и слесарные операции; поддерживать связь с центральной базой с помощью мобильной радиостанции.

Лаборатория может обслужить 2—3 объекта в день. Установлена она на шасси УАЗ-452Д. Питается от сети напряжения 380 В; максимальная потребляемая мощность — 2 кВт. Запас грузоподъемности лаборатории — 343 кг. Скорость передвижения по асфальтированным дорогам — 60, по грунтовым — 30 км/ч. Габариты лаборатории — 4360×1940×2090 мм; масса — 2327 кг.

При проведении текущих ремонтов скважин различными методами используется оборудование и инструмент, характеристика которого приведена в соответствующих разделах.

ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РЕМОНТНЫХ РАБОТ

Работы по ремонту водозаборных скважин, монтажу или демонтажу водоподъемного оборудования осуществляются в соответствии с Едиными правилами безопасности геологоразведочных работ [13]. Монтаж и демонтаж водоподъемного оборудования производятся грузоподъемными механизмами с соблюдением Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, ПТЭ и ПТБ.

На производство работ по монтажу и демонтажу оборудования скважин необходимо получить наряд-допуск по установленной форме. Работами руководит мастер, сдавший экзамен по правилам Госгортехнадзора на право перемещения грузоподъемных механизмов, ручных или приводных лебедок и талей. В состав бригады входит аттестованный стропальщик.

Грузоподъемность кранов, лебедок, тросов и грузозахватных приспособлений должна соответствовать массе груза. Эти механизмы испытываются в установленном порядке и маркируются. При этом проверяется цельность стального гибкого троса и стропов.

Тренога, копер и вышка испытываются на прочность грузом, превышающим установленный в 1,5 раза.

Запрещается использовать грузоподъемные механизмы с неисправными тормозами и храповым устройством, со стальными тросами, имеющими обрыв хоть одной прядн или разрывы более 10 %, с узлами, переломами и другими дефектами. Стропы должны быть сплетены, а места сплетения затянуты в коуш. Блок должен соответствовать диаметру троса. Грузоподъемный крюк должен иметь приспособление, исключающее самопроизвольное освобождение из него груза.

При наличии подземного павильона работы производятся с поверхности земли через монтажный люк. Персонал монтажной бригады расставляется в порядке, обеспечивающем безопасность при подъеме и опускании груза. Категорически запрещается находиться под грузом.

К монтажу и демонтажу скважинного оборудования разрешается приступать только после его обесточивания. Электрооборудование заземляется. Электрокабель погружного скважинного насоса перед монтажом необходимо вытягивать на всю длину, не допуская его скручивания.

Лебедка, применяемая при монтажно-демонтажных работах, должна иметь исправные тормоза. Ее надежно закрепляют к фундаменту, раме и якорям. Блок и таль должны иметь добавочное страховое крепление тросом. Вышки, копры и другие приспособления должны иметь такое крепление на случай обрыва подвески

При навертывании троса на барабан приводной лебедки категорически запрещается направлять его рукой, применять для торможения доски, закладывать в зубчатые передачи посторонние предметы.

Ремонтные работы персонал выполняет одетым в спецодежду без свисающих концов, в брезентовых рукавицах и касках. Место работы должно быть хорошо освещено При работах в камерах для освещения используют аккумуляторные фонари напряжением не более 12 В.

В заглубленные камеры спускаются в соответствии с правилами безопасности при работах в колодцах: перед спуском проверяют загазованность камеры и обеспечивают ее вентиляцию. Работать необходимо в предохранительных поясах и при горящей бензиновой лампе ЛБВК При работах, связанных со спуском в камеры, бригада должна состоять не менее чем из четырех человек.

Территорию насосной станции следует содержать в чистоте. Проходы и проезды не должны быть загромождены, а зимой их необходимо очищать от снега и наледи, посыпать песком или золой.

МЕТОДЫ ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Сущность гидродинамических методов заключается в ликвидации отложений (с малой прочностью и пастообразных), препятствующих притоку воды в скважину. Для этого создают интенсивные перемещения воды в фильтре и прифильтровом пространстве с помощью поршневания, гидроразмыва, гидравлических ударов, откачек, закачек и т. п. Гидродинамическими методами нельзя резко повысить производительность скважины или приблизить ее к первоначальной, так как для этого требуется создание высоких скоростей перемещения воды в прифильтровой зоне, что практически невозможно. Кроме того, возникает опасность нарушения целостности гравийной обсыпки фильтра.

Свабирование. Подъем столба жидкости создает депрессию на водоносный пласт. Это вызывает приток воды из пласта в скважину, в результате чего происходит очистка поверхности фильтрации пласта и фильтра.

Дренаж призабойной зоны осуществляется свабами (рис. 11). Сваб загружают под статический уровень воды в скважине до рабочей части фильтра (если надфильтровая часть колонны выведена до устья) или до надфильтровой колонны (если она установлена впотай).

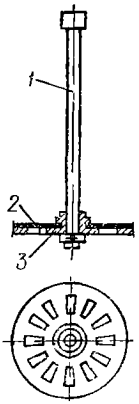


Рис. 11. Сваб для очистки фильтров:
1 — переходная штанга; *2* — резиновый клапан, *3* — диски с отверстиями.

Эффективность применения метода достигается в скважинах с напорными водоносными пластами и глубинами более 100 м. При безнапорных водоносных пластах метод свабирования не эффективен.

Продолжительность свабирования определяется временем, в течение которого извлекается основная масса загрязняющих веществ из пласта и фильтра Применять свабирование более двух-трех смен нецелесообразно, так как выиос механических примесей за это время обычно прекращается.

Для очистки фильтра и восстановления водоотдачи водоносного пласта при незначительных глубинах скважин и низком уровне воды применяют свабирование с одновременной откачкой эрлифтом Устье скважины оборудуют специ-

альным оголовком с сальниковым уплотнением. При работе возникают частые переменные гидравлические нагрузки на пласт и фильтр в результате движения сваба вверх и вниз. Положительный эффект дает также метод свабирования с одновременной промывкой скважин.

Сваб с клапаном опускают в скважину на тросе, установив сверху на него несколько бурильных труб. В качестве манжеты сваба применяется самоуплотняющийся сальник (трест «Востокбурвод») [20].

Во избежание больших перегрузок двигателя буровой установки во время свабирования применяют свабы с регулируемым клапаном (рис. 12). Сваб состоит из труб с резиновыми поршнями, укрепленными на трубах чашками и муфтами. Резиновые манжеты расположены в проволочных корзинах. Приемный клапан пропускает жидкость при движении сваба вниз. При подъеме сваба клапан закрывается и жидкость перепускается обратно через окно.

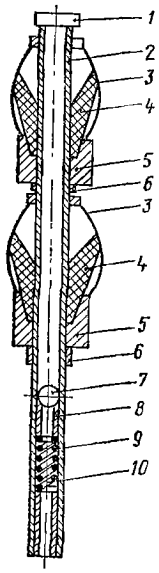


Рис. 12. Универсальный сваб:
1 — вертлюжная пробка, *2* — труба; *3* — проволочные корзины; *4* — резиновые поршни; *5* — чашки; *6* — муфты; *7* — приемный клапан; *8* — втулка; *9* — перепускное окно; *10* — пружина.

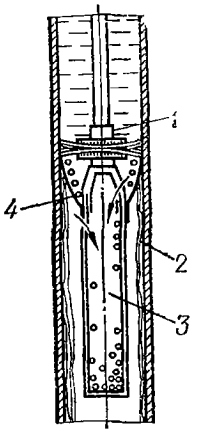


Рис. 13. Ерш с улавливателем:
1 — соединительное устройство· *2* — корка; *3* — улавливатель; *4* — конусная резиновая манжета.

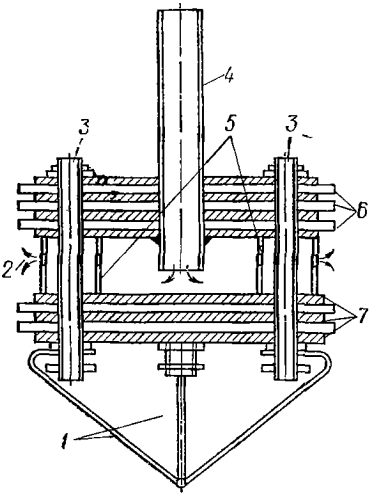


Рис. 14. Поршень для очистки буровых скважин сжатым воздухом:
1 — направляющие; *2* — движение сжатого воздуха; *3* — каркасно перепускные трубы, *4* — воздухопроводная труба; *5* — кольца, *6* — резиновые кружки, *7* — металлические кружки.

При тартании воды из скважины желонку спускают до отстойника фильтра. В рабочей части фильтра желонку рекомендуется поднимать равномерно без рывков. Тартание прекращается, когда в скважине стабилизируется уровень воды и откачка не дает ощутимого понижения. Для тартания необходимо применять желонку с тарельчатым клапаном, который соединяется со специальной пикой, обеспечивающей разгрузку желонки на поверхности без опрокидывания. Достоинства желонки и сваба объединены в сваб-желонку, представляющую собой желонку с резиновыми манжетами по наружному диаметру. Внутри смонтирован шариковый клапан с пружиной, который регулирует столб жидкости при подъеме.

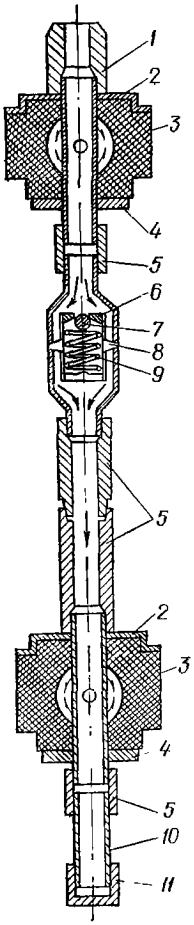
После свабирования или тартания желонкой воду из скважины откачивают эрлифтом. Откачку начинают с минимального понижения уровня воды и посте-

пенно наращивают подачу во избежание закупорки фильтрующей поверхности фильтра мелким песком.

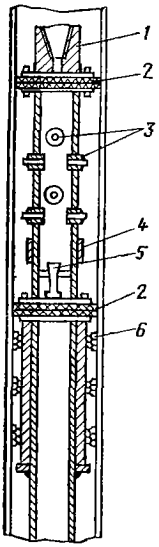
Очистка стенок труб и фильтра. При всех видах ремонта обязательна очистка стенок труб и фильтра от отложений. Наиболее простой инструмент для этого — ерш, изготовляемый из металлического троса. В скважинах со значительной коррозией труб ерш применяется вместе с улавливателем (рис. 13).

Для очистки стенок фильтра используется комбинация свабирования с воздействием сжатого воздуха либо гидросмыва. Эффект этого метода применен в конструкции поршня (рис. 14), при изготовлении которого необходимым условием является обеспечение жесткости каркасно-перепускных трубок.

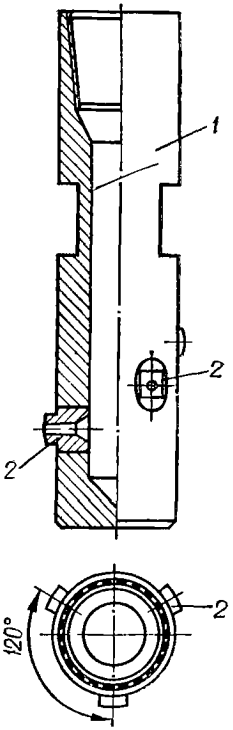
Гидросмыв используется в приспособлении, предложенном трестом «Промбурвод» и представляющем собой пакер двойного действия (рис. 15). Пакер навинчивают



15



16



17

Рис. 15. Пакер для очистки стенок фильтров:

1 — муфта, *2* — опорные кольца; *3* — резиновые надувные манжеты; *4* — зажимные гайки; *5* — соединительные муфты; *6* — регулирующая гайка клапана; *7* — шариковый клапан; *8* — отверстия для воды; *9* — пружина; *10* — отстойник; *11* — заглушка.

Рис. 16 Гидроерш:

1 — муфта буровых труб; *2* — поршни; *3* — промывочные насадки; *4* — муфта; *5* — обратный клапан; *6* — механический ерш с грузом

Рис. 17. Гидравлическое устройство для очистки фильтра:

1 — корпус, *2* — насадки.

при помощи муфты на нижний конец бурильных труб, спускают вместе с ней на гребуемую глубнну и устанавлнвают так, чтобы в пространстве между манжетами находился пласт илн фильтр. На верхнй конец колонны труб навнячивают головку, через которую нагнетают воду под давлением 5 МПа. Вода проинкает сначала в нижнюю манжету, затем в верхнюю и раздувает их, изолнруя перфорированный участок фильтровой колоины. При достижении давленя, на которое отрегулирован клапан, открывается доступ воды в изолированный участок — в зону разглиннзации фильтра и стенок скважины.

По окончании процесса разглнннзацин, который продолжается на каждом изолированном участке прнмерно 10—15 мнн, нагнетание воды прекращают и пакер извлекают нз скважины. После этого откачнвают воду с помощью компрессора до полного ее осветления. Есл дебит скважнны окажется недостаточным, пакерованне можно повторить.

По такому же принципу устроены гидроершн. Конструкция гидроерша (рнс. 16) позволяет использовать его в качестве сваба. Осиовиые узлы устройства: поршни с грузом, выполняющне функции сваба, для создания гндравлнческого удара в рабочей части фильтра; прнемный клапан для тартания воды из скважнны со взвешенными частицами и глинистым раствором; механический ерш для очистки внутренних стенок рабочей части фильтра; гидроерш, гидравлические насадки которого (форсунки) позволяют под большим давлением нагиетать воду илн хнмический растзор в участок фильтра, изолированный между двумя поршнями.

На тросе с нагнетательным шлангом или на бурильных трубах устройство опускают в скважину Без верхнего поршня и гидронасадок проводят свабнрованне скважины. С установленным поршнем н гидронасадками устройство работает как гндроерш, промывая рабочую поверхность фильтра и стенкн скважиины в изолнрованном участке между двумя поршнями. Давление струн жндкости из гидронасадок может колебаться в пределах 0,3—4 МПа. Фильтр рекомеидуется промывать сверху вниз

Очистка прифильтровой зоны. Прямая закачка воды в скважнну применяется после обработки ее промывкой, свабированием, взрывом ТДШ н др. Расход жидкостн для нагнетания в пласт должен быть в 2—4 раза больше ожидаемого дебита скважины. Давление нагнетания воды в заглинизированный пласт для мелкозернистых песков составляет $(0,5 \div 0,7)\ p_{гор}$, для крупнозернистых — не более $0,5\ p_{гор}$, где $p_{гор}$ — горное давлеиие.

Нагнетание воды в пласт является эффективным методом и осуществляется двумя способамн: нагиетаннем через устье скважиины, оборудоваиное герметизнрующнм устройством; нагнетаннем через бурильные трубы и пакерное устройство при налнчнн герметизирующего устройства на устье скважины с применеиием насадок (рис. 17). Обязательным условием нагнетания воды в пласт является надежное и высококачественное цементирование эксплуатационной колонны обсадных труб.

Продувку воздухом используют при очистке фильтра от глинистых частиц или шлама. Применяется при глубинах скважин 100 м и более при условин безнапорных водоносных пластов с низким пластовым давлением.

ИМПУЛЬСНЫЕ МЕТОДЫ

Импульсные методы основаны на создании внутри фильтра и в призабойной зоне мгновеиного перепада давленя. Это приводит к ударным нагрузкам разной интенсивности и созданию фильтрацнонных потоков переменного направления при значительных градиентах. Совокупное действие ударных и фильтрационных сил оказывает разрушающий эффект на кольматант, цементирующий отверстия фильтров и зернистые среды в прнзабойной зоне скважии. Для освоения и регенерации водозаборных скважин используются взрыв торпед нз детонирующего шнура (ТДШ), электрогидравлический удар (ЭГУ), воздействие пневмовзрывом (ВПВ) и имплозия (табл. 33). Импульсную регенерацию скважнны целесообразно назначать при формировании вблизи нее и на фильтре плотных конгломератовидных осадков. В составе кольматантов наибольшую прочность имеют карбонатные составляющие, железистые и железисто-кремнистые соединения. Применять импульсные методы в пескующих скважинах категорнчески запрещается.

Взрыв ТДШ. Действие разрушающих факторов делает этот метод универсальным, однако высокие значения давлений на фронте ударной волны (табл. 34) накладывают на него ограничения, связанные с прочностной устойчивостью фильтровых каркасов и водоприемных поверхностей.

Взрыв одной нитки ДШ создает давления, достаточные для декольматации каркаса фильтра и его водоприемной поверхности. Так как различие в давлениях при взрыве разного количества ниток ДШ оказывается незначительным, то при регенерации скважин, оборудованных фильтрами, можно ограничиваться взрывом одной нитки ДШ, особенно в фильтрах, ослабленных коррозией.

33. Разрушающие факторы и область применения импульсных методов [15]

Методы регенерации	Разрушающие факторы	Декольматируемые породы	Типы фильтров, подлежащих обработке
Взрыв ТДШ	Ударная волна; пульсация газового пузыря и вызываемые ею акустические волны; гидропотоки переменного направления; фильтрационный поток	Полускальные; рыхлые со скважинами, эксплуатируемыми свыше 5 лет	Фильтры-каркасы из труб; каркасно-стержневые с проволочной обмоткой; фильтры из штампованных материалов
ЭГУ	Ударная волна; пульсация газового пузыря и вызываемые ею акустические волны	Полускальные; рыхлые со скважинами, эксплуатируемыми 3—5 лет	То же
ВПВ	Пульсация газовой полости	Рыхлые со скважинами, эксплуатируемыми до 5 лет	Сетчатые; каркасно-стержневые с проволочной обмоткой
Имплозия	Фильтрационный поток	То же	Фильтры из штампованных материалов; сетчатые

34. Допускаемое давление на фронте ударной волны [15]

Тип каркаса фильтра	Тип дополнительной водоприемной поверхности	Допустимые значения давления, МПа
Трубчатый стальной	—	60
	Проволочная	50
	Штампованный лист толщиной 0,8—1 мм	20
	Сетчатая	10
Каркасно-стержневой	—	40
	Проволочная	30
	Штампованный лист толщиной 0,8—1 мм	20
	Сетчатая	10
Трубчатый полиэтиленовый	—	5
Трубчатый винипластовый	—	2
Блочный	—	2

В торпедах из детонирующего шнура применяют шнур марок ДШ-В и ДШУ-60 (табл. 35). Шнур детонирует от капсюля-детонатора или электродетонатора (табл. 36). Характеристика торпед и рекомендации по их применению приведены в табл. 37, 38.

Декольматацию (разглинизацию) скважин методом взрыва ТДШ производят следующим образом. Сначала с помощью шаблона проверяют возможность

спуска заряда в ствол скважины. Непосредственно в районе скважины собирают торпеды, длину которых принимают равной длине фильтра или его интервала, подлежащего регенерации. Собранную торпеду опускают в скважину. При глубокой скважине обязательно применяют наружные подъемники или лебедки. Торпеду помещают в зоне фильтра или интервала, подвергающегося декольматации.

35. Детонирующие шнуры [20]

Наименование показателей	ДШ-В	ДШУ-60
Наружный диаметр шнура, мм	5,5—6	8
Масса взрывчатого вещества на 1 м шнура, г	13±0,5	33
Максимальное давление в скважине, МПа	30	50
Срок хранения шнура, годы	5	5

36. Электродетонаторы [20]

Марка электродетонатора	Размеры, мм		Сопротивление мостика накаливания, Ом	Сила тока, А		Максимально допустимое давление в скважине, МПа
	Длина	Диаметр		безопасная	воспламеняющая	
ЭД-8-56	49—54	7	2—4,2	0,15	0,35	1
ЭДС	56—50	7	1,5—3	0,05	0,7	1
ТЭД-2; ТЭД-200, ТЭД-230	18	9	1,5—4	0,05	0,5	16,5; 20; 23

37. Торпеды ТДШ со сменными центраторами

Наименование показателей	ТДШ-50	ТДШ-25	ТДШ-В
Максимальный наружный диаметр торпеды без центраторов, мм	50	24	60
Длина груза, мм	1000	2200	—
Масса груза, кг	16	7	—
Допустимая температура в скважине, °С		80	
Допустимое гидростатическое давление, МПа		50	
Длина торпеды, м	1—100	1—100	1—10
Число отрезков детонирующего шнура	1—5	1—5	1—2

При установке торпеды детонатор должен находиться вне зоны рабочей части фильтра. Его выводят на расстояние 0,5—1 м от сварных швов в трубах и от сальников, так как сила взрыва в зоне детонатора гораздо выше, чем у самой торпеды. Торпеду центрируют вдоль оси скважины, так как при отклонении от оси на 0,3 радиуса фильтра энергия, передаваемая ближайшей к торпеде точке, удваивается, а при смещении на 0,5 радиуса увеличивается в 4 раза. Для соблюдения соосности торпеду снабжают центратором (у торпеды ТДШ-В он является элементом конструкции). Торпеда не должна упираться грузом в забой скважины. После взрыва извлекают части торпеды из скважины и подготавливают скважину к прокачке.

В зависимости от времени эксплуатации скважины и типа кольматирующих отложений удельный дебит восстанавливается на 40—90 % первоначального. В отдельных случаях после обработки наблюдается превышение первоначальной производительности и удельного дебита скважин. Это свидетельствует о нека-

чествеиием освоении их перед сдачей в эксплуатацию. Эффект повторной и многократной обработки ниже первоначальной. Длительность стабильной работы скважины после обработки взрывом ТДШ составляет 3—4 мес. Удельный дебит, увеличенный в результате регенерации этим методом, через 10—12 мес снижается до величины, зафиксированной перед обработкой.

38. Рекомендации по применению торпед ТДШ

Тип фильтра	Водовмещающие породы	Предельное число отрезков ДШ-В на один взрыв	Число взрывов в одном интервале
Сетчатый без обсыпки	Песок мелкозернистый	1	1
То же, гравийный с обсыпкой	Песок мелко- и среднезернистый	1	1+1
Проволочный каркасно-стержневой без гравийной обсыпки	Пески разные и гравийно-галечниковые породы	1—2	1+2
То же, с гравийной обсыпкой	То же	1—2	1+2
Проволочный на перфорированной трубе без гравийной обсыпки	»	2	1+2
То же, с гравийной обсыпкой	»	2	1+2
Перфорированная труба	Гравийно-галечниковые и трещиноватые породы	2—3	1

Примечание Диаметр фильтра — 146—168 мм и более.

Межремонтный период при регенерации скважии взрывом ТДШ должен находиться в пределах года Рациональный межремонтный период составляет 8 мес.

Взрывы можно также применять при восстановлении или увеличении проницаемости водоносных пластов, представленных трещиноватыми породами. Для создания в скважинах сильных воздействий с образованием трещин используют фугасные торпеды (табл. 39). При выборе заряда учитывают, что максимальное радиальное действие достигается при его длине, превышающей 10—15 его диаметров или около 6 диаметров колонны обсадных труб.

39. Фугасные торпеды

Марка торпеды	Заряд			Наружный диаметр торпеды, мм	Марка торпеды	Заряд			Наружный диаметр торпеды, мм
	Диаметр, мм	Длина, мм	Масса, кг			Диаметр, мм	Длина, мм	Масса, кг	
ТШ-35	35	2020	2,9	40	ТШТ-20/22	20	510	0,25	22
ТШ-43	43	1440	3,3	48	ТШТ-25/28	25	700	0,55	28
ТШ-50	50	1470	4,5	55	ТШТ-35/50	35	700	1,08	50
ТШ-65	65	990	5,2	70	ТШТ-43/50	43	700	1,62	50
ТШ-84	84	600	4,9	90	ТШТ-65/70	65	800	2,65	70
					Ф-2	48	1150	2,8	60

Применение пороховых снарядов для восстановления дебита скважины не требует специального оборудования, больших капитальных затрат и продолжительного времени для подготовки скважины. Кроме того, порох обладает небольшой разрушающей силой, вследствие чего значительно уменьшается возможность разрушения каркаса и прорыва фильтровальной сетки. Амплитуда колебаний давления в газовом пузыре после взрыва порохового снаряда более плавна и продолжительна, чем при взрыве детонирующего шнура [21].

Для заряда рекомендуется применять черный дымный порох. Количество его зависит от диаметра фильтра, высоты столба воды над снарядом, структуры и фракций водоносных пород, степени коррозии каркаса и характера закупорки фильтра. Массу заряда определяют практическим путем, начиная взрывы снарядом с минимальной массой. При незначительной эффективности ее увеличивают и производят повторный взрыв.

Взрывы снарядов производят только в рабочей части фильтра, начиная снизу, через каждые 1—1,5 м Категорически запрещается одновременно взрывать несколько снарядов, так как это может привести к разрушению каркаса фильтра и повреждению фильтровой сетки. Во время взрывов устье скважины должно быть полностью открыто.

Электрогидравлический удар. Метод ЭГУ основан на разрушении и удалении кольматирующих отложений волнами, возникающими при импульсных электрических разрядах. При выполнении ремонтных работ необходимо, кроме установок для электрогидроударной обработки скважины (табл. 40), использовать автокран или буровой станок, а также агрегат для прокачки скважины.

40. Установки электрогидравлического удара

Наименование показателей	ЭГУ-69	ЭГУ-76	СЭУ	Вильнюсского Водоканала
Максимальная глубина водоприемной части скважины, м	150	150	250	100
Внутренний диаметр водоприемной части, м	0,1—0,3	0,08—0,3	0,1—0,3	
Номинальное разрядное напряжение, кВ	60	50	50	
Емкость импульсного конденсатора, мкФ	0,7	0,5	12	18
Максимальная потребляемая мощность, кВт	17	4	20	15
Тип автомашины	КРАЗ-256	УАЗ-452	ЗИЛ-157	ЗИЛ-131
Количество обслуживающего персонала, чел.	3	2	2	

Для регенерации скважин, демонтажа и монтажа водоподъемного оборудования, электрогидроударной обработки и прокачки скважины предназначен электрогидроударный ремонтный агрегат ЭРА-300-50/1. Транспортной базой служит автомобиль ЗИЛ-131. Оборудование агрегата монтируется в трех отсеках крытого кузова — операторском, высоковольтном и грузоподъемном. В операторском отсеке размещены пульт управления, рабочий стол оператора, шкаф с оснасткой, электропечь и погружной насос; в высоковольтном — трансформатор, выпрямитель, импульсный конденсатор, воздушный разрядник, кабельная лебедка с жидкостным разрядным устройством и электропечь; в грузоподъемном — лебедка, гидронасос, гидрораспределитель, электрощит, сварочный трансформатор и основание грузоподъемной стрелы. В транспортном положении стрела устанавливается горизонтально над кузовом. Под кузовом размещаются водоподъемные трубы к погружному насосу. Питание установки осуществляется трехфазным током напряжением 380 В от внешней сети.

Установки являются генераторами ударных волн в скважинах. Энергия, накопленная в конденсаторе разрядного контура, через воздушный промежуток по коаксиальному кабелю в форме импульса тока высокого напряжения подается к жидкостному разрядному устройству, погруженному в скважину в зоне расположения фильтра, заполненного водой. В жидкостном разряднике, непрерывно перемещаемом вдоль фильтра, возбуждаются ударные волны.

Основными параметрами, определяющими эффективность электроударной обработки фильтра, является давление ударной волны, ее длительность и количество импульсов на 1 м его длины. Давление ударной волны определяется в основном разрядным напряжением коаксиального кабеля и разрядным промежутком в

скважинном разрядном устройстве. Длительность ударной волны зависит главным образом от емкости конденсаторной батареи. Поскольку длина коаксиального кабеля является заданной, а изменение разрядного напряжения без изменения жидкостного промежутка может привести к нестабильности разряда, то для регулирования давления можно рекомендовать изменение только жидкостного промежутка. От длительности ударной волны в значительной степени зависит сохранность фильтра. Использование в разрядном контуре конденсаторной батареи емкостью около 1 мкФ обеспечивает практически полную сохранность фильтров, изготовленных из непрочных материалов (латунные, винипластовые сетки и т. п.). При обработке прочных фильтров (перфорированная стальная труба и т. п.) емкость конденсаторной батареи целесообразно увеличить до 2 мкФ.

Электрогидроударная обработка включает опробование перед обработкой, собственно обработку и прокачку скважин. Прокачка совмещена с опробованием и оценкой эффективности обработки.

Электрогидроударной обработке могут подвергаться скважины с фильтрами из любого материала, пройденные по трещиноватым скальным и полускальным породам.

Воздействие пневмовзрыва. Механизм пневмовзрывного действия заключается в следующем. Предварительно накопленный в рабочей камере сжатый воздух с большой скоростью выхлопывается в жидкость, где он расширяется, образуя воздушный пузырь. Резкое сжатие прилегающих слоев жидкости приводит к распространению в ней акустической волны, сжатию жидкости и одновременному радиально расширяющемуся движению гидропотока.

В комплект установки АВПВ-150 входит оборудование, работающее в скважине, пневмоснаряд, рукав высокого давления и наземное оборудование (компрессорный агрегат, воздухосборник, лебедка, щит управления и направляющий ролик). Максимальное давление сжатого воздуха в камере агрегата — 15 МПа, объем воздухосборника — 160 л. Глубина скважин — 150 м. Габариты агрегата — 170×1300×1080 мм; масса — 980 кг.

Минимальный внутренний диаметр фильтра при обработке скважины с каркасом — перфорированной трубой следует принимать 118 мм (наружный — 127 мм), а эксплуатационной скважины — 150 мм. Форма и габариты скважинного снаряда должны обеспечивать легкое передвижение его в полости фильтра с учетом уменьшения сечения фильтра в ходе эксплуатации. В соответствии с нормалью Министерства геологии СССР наиболее предпочтительные диаметры пневмоснарядов 36, 60 и 70 мм. При этом размеры выступающих частей не должны превышать 20 мм.

Для регенерации скважин пневмовзрывом применяется также агрегат АСП-Т, разработанный ВНИИГеофизики. Компоновка и комплектующие узлы агрегата аналогичны установке АВПВ-150, однако конструкция пневмоснаряда отличается тем, что его работа осуществляется и при снижении давления в случае использования перевозных баллонов со сжатым воздухом. При укомплектовании агрегата компрессором высокого давления значение возбуждаемого давления можно регулировать. Рабочее давление сжатого воздуха в агрегате — не более 10 МПа, интервал времени между его выхлопами — 2—4 с. Объем рабочей камеры — 0,4—0,5 л; габариты ее — 75×475 мм.

Воздействие пневмовзрывом характеризуется такими параметрами, как давление сжатого воздуха, объем рабочей камеры, плотность импульсов, количество рабочих рейсов, количество импульсов на один рейс.

Давление и объем сжатого воздуха определяют работоспособность одного импульса, а плотность импульсов и количество рабочих рейсов — суммарную удельную работу импульсного воздействия. Количество импульсов на рейс с учетом числа рейсов, объема рабочей камеры и давления определяет потребный объем сжатого воздуха.

При обработке скважин, каптирующих агрессивные воды, и небольшой прочности устанавливаемых в них фильтров диаметром до 150 мм, а также при развитии биологического кольматажа следует использовать минимальный объем камеры 0,3 л и давление сжатого воздуха 4—6 МПа. Скважины, значительно снизившие производительность, обрабатывают вначале объемом 0,3 или 0,5 л при среднем давлении воздуха до 6 МПа; затем объем камеры увеличивают до 0,5—1 л с повышением давления в пневмоснаряде до 8 МПа. В скважинах с фильтрами на основе перфорированных металлических труб или сварных стержневых каркасов, а также при диаметрах более 230 мм допускается применять пневмо-

снаряды с объемами камеры 1 л и давлением до 10 МПа. При заглублении пневмоснарядов в жидкость давление воздуха через каждые 2 м повышают на 0,1 МПа.

В пневмоснаряде СПС-70/1 происходит автоматическое регулирование давления в камере: повышается гидростатическое давление сжатого воздуха в полости.

В пневмоизлучателе конструкции ВНИИГеофизики давление зависит от давления в баллонах воздухосборника. Поэтому при обработке скважин с помощью этого устройства давление в системе падает. С целью повышения КПД и рационального использования энергии обработку следует осуществлять снизу вверх. Такого же направления следует придерживаться и при работе с пневматическими излучателями энергии в скважинах с возможным пескованием.

В зависимости от гидрогеологических условий и времени эксплуатации скважин удельный дебит восстанавливается на 20—70 %. При повторной и многократной обработке эффективность восстановительных работ снижается. Полученная после пневмовзрывной обработки производительность сохраняется от 2 мес до одного года (максимальные сроки характерны для скважин, каптирующих меловые отложения). Скважины, оборудованные каркасно-стержневым фильтрами с проволочной обмоткой, проволочными фильтрами на трубчатых каркасах, а также фильтрами из штампованных материалов и гравийной обсыпкой, необходимо обрабатывать ВПВ не реже одного раза в 8 мес. Рациональным межремонтным периодом при обработке ВПВ следует считать 5 мес.

Имплозия. Имплозийный эффект основан на создании внутри фильтра значительного перепада давлений. Для этого в полости фильтра создают изолированную область с давлением ниже гидростатического.

Для обработки фильтров и призабойных зон используют стеклянные капсулы, представляющие собой толстостенные цилиндрические сосуды, находящиеся под вакуумом. Сосуды разрушаются при определенном гидростатическом давлении на заданной глубине. Диаметр и длина капсулы зависят от диаметра скважины и длины ее обрабатываемого интервала. Размеры зон воздействия имплозионного снаряда близки к его длине. Для изготовления вакуумированных сосудов рекомендуется использовать трубы с плоскими донышками из стекла марки 13-В, которые выдерживают внешнее давление 25—60 МПа. Сосудам обеспечивают прочность, выдерживающую необходимое внешнее давление, хрупкость, способствующую разрушению сосуда на мельчайшие частицы, термостойкость и непроницаемость. Разрушение сосудов возможно при задавливании в герметизированную скважину жидкости под давлением либо посыльного груза.

Оценка эффективности импульсной регенерации. Заключительным этапом работ по импульсной регенерации является проведение откачек. Откачкой из фильтра и ствола скважины удаляют шлам, образовавшийся при разрушении кольматирующих отложений, а также выносимые в скважину породы водоносного пласта Наиболее предпочтителен для этого эрлифт

В конце откачки измеряют дебит скважины при уровне, близком к значению, отмеченному в паспорте скважины При наличии в паспорте расходограммы фильтра целесообразно произвести и расходометрию.

Эффективность восстановления производительности скважины оценивают путем сравнения удельных дебитов, коэффициентов водопроводимости и показателей сопротивлений фильтров и профильтровых зон до и после обработки. Сопоставляя удельные дебиты, полученные при откачках до и после обработки (соответственно q_1 и q_2), находят коэффициент эффективности обработки $k_э = q_2/q_1$.

Дебит скважины может увеличиваться в течение суток из-за выноса разрушенного кольматанта из прифильтровой зоны. Поэтому для более точного определения эффективности обработки прокачку скважины не прекращают в течение суток.

РЕАГЕНТНЫЕ МЕТОДЫ

Характеристика реагентов. К химическим реагентам предъявляются следующие требования: при вступлении в реакцию с кольматантом максимальное очищение пор и отверстий фильтра, пор обсыпки и трещин пласта; легкое удаление продуктов реакции из скважины; при реакции с пластовой водой не должны

ухудшать качества воды при последующей эксплуатации скважины; исключение вредного воздействия на работающих [1].

По механизму растворения кольматирующих соединений реагенты подразделяются на нейтрализаторы, восстановители и комплексообразователи (табл. 41). По фазовому состоянию применяются жидкие, твердые (в порошкообразном или гранулированном виде) и газообразные растворители.

В качестве реагентов-нейтрализаторов используются соляная, серная, сульфаминовая и плавиковая кислоты, гидразин солянокислый и производные названных кислот. Они обеспечивают эффективную нейтрализацию кольматирующих отложений при взаимодействии с водой в фильтровой части скважин

41. Рекомендуемые реагенты [16]

Состав кольматанта	Устойчивость элементов фильтра в реагентах	Реагент	
		Композиция	Концентрация, %
$Fe(OH)_3$, FeS, $FeCO_3$, $CaCO_3$	Фильтр и обсыпка кислотоустойчивы	HCl $Na_5P_3O_{10}$	20—25 0,5—0,8
		$N_2H_4 \cdot 2HCl$ $Na_5P_3O_{10}$	8—10 1—3
		$NaHSO_4$ $Na_5P_3O_{10}$	5—7 0,1
		$HCO_3 \cdot SH_2$ $Na_5P_3O_{10}$	8—10 0,1
	Фильтр и обсыпка устойчивы в разбавленной кислоте	HCl $Na_5P_3O_{10}$	5—10 3—2,4
$Fe(OH)_3$, $FeCO_3$	Фильтр неустойчив в кислоте, обсыпка содержит известковые соединения	$Na_5P_3O_{10}$ или $(NaPO_3)_6$	5—8
Преобладает $Fe(OH)_3$	То же	$Na_2S_2O_4$ $Na_5P_3O_{10}$	5—7 1

Для регенерации скважин наиболее широко применяется соляная кислота, эффективно растворяющая железистые (Fe_2O_3, $Fe(OH)_3$, $FeCO_3$, FeS) и карбонатные кольматирующие образования. Для устранения коррозионного действия соляной кислоты на металл в раствор вводят ингибитор — катаптин К (1 · 250). Обычно для солянокислотной обработки применяют ингибированную кислоту концентрации 10—15 % (табл 42). ВНИИВОДГЕО рекомендует определять количество соляной кислоты для обработки 1 м фильтра по данным табл. 43.

Процесс растворения существенно интенсифицируется подогревом кислоты до температуры 50—60 °С.

При растворении порошкообразного бисульфата натрия $NaHSO_4$ образуется водный раствор с сильно кислой реакцией, активно взаимодействующий с железистыми образованиями. Оптимальные условия применения реагента характеризуются концентрацией 5—7 % и температурой 60—70 °С.

Сульфаминовая кислота NH_2SO_3H применяется обычно в порошкообразном или гранулированном виде. При ее диссоциации в воде раствор приобретает

сильно выраженные кислотные свойства. Раствор сульфаминовой кислоты вступает в реакцию с железистыми и карбонатными соединениями. Оптимальная концентрация кислоты — 7—10 %, но растворяющая способность ее для железистых соединений в 10 раз ниже, чем у соляной кислоты. Степень растворения кольматирующих соединений максимально увеличивается в диапазоне температур 90—100 °С.

Для растворения кольматирующих образований применяется порошкообразный солянокислый гидразин $N_2H_4 \cdot 2HCl$. В результате диссоциации этой соли в воде раствор приобретает сильно выраженные кислотные свойства, благодаря

42. Рекомендации по приготовлению соляной кислоты (на 1 м³ раствора) [20]

Концентрация кислоты для обработки раствора, %	Содержание компонентов в растворе, кг, при концентрации исходной кислоты, %					
	20		27,5		31	
	Кислота	Вода	Кислота	Вода	Кислота	Вода
10	490	510	345	655	300	700
11	535	465	375	625	325	675
12	585	415	410	590	355	645
13	635	365	445	555	385	615
14	690	310	480	520	415	585
15	740	260	510	490	445	555

которым происходит растворение железистых и карбонатных соединений кольматирующих образований. Железистые соединения растворяются и за счет восстановительных свойств образующегося в растворе гидразина. Оптимальная концентрация — 8—10 %, растворяющая способность раствора интенсифицируется в диапазоне температур 60—80 °С.

Кислотные растворы приготовляют в стволе скважины также при помощи газообразных реагентов HCl, CO_2 и SO_3. Их растворение в воде приводит к образованию в фильтре соляной, угольной и сернистой кислот, растворяющих

43. Расход кислоты для обработки 1 м фильтра [20]

Внутренний диаметр фильтра, мм	Расход кислоты, л, для скважин,		Внутренний диаметр фильтра, мм	Расход кислоты, л, для скважин,	
	подвергаемых систематическим обработкам	находившихся длительное время в эксплуатации		подвергаемых систематическим обработкам	находившихся длительное время в эксплуатации
100	30	100	250	80	175
150	45	125	300	100	200
200	60	150	350	150	250

кольматирующие образования. При применении сернистого газа свойства образующегося раствора усиливаются введением в раствор окислителя (марганцевокислого калия, гипохлорита кальция или натрия, чистого кислорода и др.).

Реагенты-нейтрализаторы независимо от их фазового состояния при взаимодействии с кольматирующими образованиями и конструктивными элементами фильтра обладают следующими свойствами: способностью образующихся газов (CO_2, H_2S) вызывать газлифтный подъем раствора из скважины с выбросом на поверхность, а также опасную загазованность шахтных колодцев и помещений насосных станций; возможностью растворения неустойчивых конструктивных элементов скважин (медной и оцинкованной фильтрующих сеток, стальной проволочной обмотки, вяжущего вещества фильтра блочного типа, карбонатной составляющей гравийной обсыпки и блоков и др), корродирующим воздействием на

металлические конструктивные элементы скважин; возможностью закупоривания порового пространства прифильтровой зоны продуктами коагуляции растворенного кольматанта при нейтрализации раствора в процессе обработок.

Это предопределяет необходимость тщательной герметизации устья скважины при обработке, введения в раствор ингибиторов коррозии металла и стабилизирующих добавок. Работа с жидкими и газообразными реагентами, кроме того, требует соблюдения специальных мер безопасности при их транспортировке, хранении и приготовлении раствора.

Для растворения практически полностью дегидратированных окислов и гидроокислов железа эффективно применение сильного **восстановителя** — порошкообразного дитионита натрия $Na_2S_2O_4$. Оптимальные параметры дитионита: концентрация — 6—8 %, pH=6÷8, температура — 18 °С. Реагент проявляет слабое корродирующее воздействие на металлические элементы скважины. Его достоинства: отсутствие газов при обработке, простота приготовления раствора.

Для восстановления производительных дренажных и водозаборных скважин, конструктивные элементы которых неустойчивы в кислотах, используются **комплексообразующие** порошкообразные реагенты — триполифосфат и гексаметафосфат натрия $Na_5P_3O_{10}$ и $Na_2[Na_4(PO_3)_6]$. Растворение кольматирующих соединений фильтров и прифильтровых зон сводится к тому, что ионы железа и кальция связываются с фосфатами в растворимые комплексные соединения. Оптимальная концентрация раствора полифосфатов — 5—8 %. При регенерации скважин комплексообразователями исключен газолифтный подъем раствора по стволу скважины, отсутствуют предпосылки к вредным газовыделениям. Достоинство фосфатов состоит также в том, что при их применении отпадает необходимость в ингибиторах, так как они являются замедлителями процесса коррозии.

Эффективность обработки скважин, конструктивные элементы которых устойчивы лишь в разбавленной кислоте (гравийно-клеевые фильтры, фильтры с обсыпкой из различных смесей, содержащих известковые соединения), возрастает, если их обрабатывать подкислением раствором триполифосфата натрия.

Технология обработки. Метод реагентной обработки зависит от гидрогеологических условий и конструкции скважины. При залегании уровней подземных вод менее 50 м и длине фильтров менее 20 м возможно отдавливание реагента за контур фильтра давлением сжатого воздуха от компрессора. В этом случае применяют **циклическую обработку скважин** с гидродинамическим режимом, обеспечивающим возвратно-поступательное движение реагента в закольматированной зоне. Для регенерации скважины этим способом необходимы компрессор подачей 3—6 м³/мин, подвижная емкость для доставки реагента к скважине, заливочные трубы, оголовок для герметизации устья скважины и пр. Оголовок устраивают на устье скважины (рис. 18) [6]. На сборной линии устанавливают вентиль и манометр, фиксирующий давление, создаваемое при нагнетании воздуха. По манометру определяется уровень воды в скважине. Заливочные трубы опускают в скважину до верхней части фильтра.

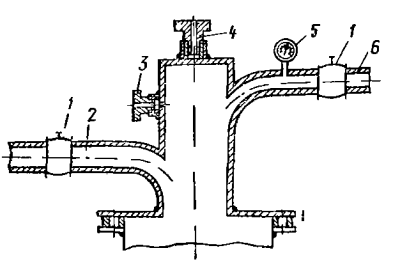


Рис. 18. Скважинный оголовок для производства реагентной обработки:

1 — вентили; *2* — патрубок для выпуска продуктов реакции; *3* — сальник для электрических проводов к датчику сопротивления и уровиемеру; *4* — сальник для коаксиального кабеля; *5* — манометр; *6* — патрубок для заливки реагента.

По окончании монтажа систему опробовывают (опрессовывают) на давление 0,1 МПа. Раствор реагента заливают самотеком из емкости над устьем скважины либо закачивают насосом. Для соляной кислоты применяются кислотоупорные центробежные насосы 1,5Х-4П, 2,5В-3,5, ЦКН-25/25, ЦЕН-4-40/40, ЦКН-7, ЦКН-25, ЦКН-65/50, 5Х-7Ф, воздушно-кислотные эжекторы или устройства для отдавливания концентрированной соляной кислоты в скважину.

При работе воздушно-кислотного эжектора сжатый воздух поступает к камере смешения эжектора и засасывает в нее кислоту. После подачи расчетного

количества кислоты (в виде смеси воздуха и кислоты) эжектор отключают. Сжатый воздух по этому же шлангу подают в скважину для отдавливания реагента за контур фильтра. Концентрированную соляную кислоту можно отдавливать сжатым воздухом непосредственно из емкости. Для этого горловину емкости перекрывают герметичной пробкой с двумя отверстиями для воздушного и кислотного шлангов. После подачи шланг, по которому подавалась кислота, с помощью вентиля присоединяют к компрессору.

Каждый цикл обработки состоит из ряда операций. После заливки реагента в скважину компрессором нагнетают воздух для сжатия воды до заранее определенного уровня. По достижении этого уровня компрессор отключают, перекрывают все вентили и выдерживают скважину в течение 3—5 мин После этого на 5—10 мин открывают вентиль на сбросной линии для выпуска продуктов реакции из скважины. При этом уровень в скважине восстанавливается. Затем вентиль на сбросной линии закрывают и операцию повторяют.

При нагнетании воздуха раствор реагента вытесняется за контур фильтра в прифильтровую зону, заполненную осадками, и растворяет их. После снятия давления этот раствор возвращается в скважину, где, смешиваясь с раствором, не вступившим в реакцию, повышает свою концентрацию. Количество циклов при обработке составляет 8—10, а время обработки — не более 2 ч.

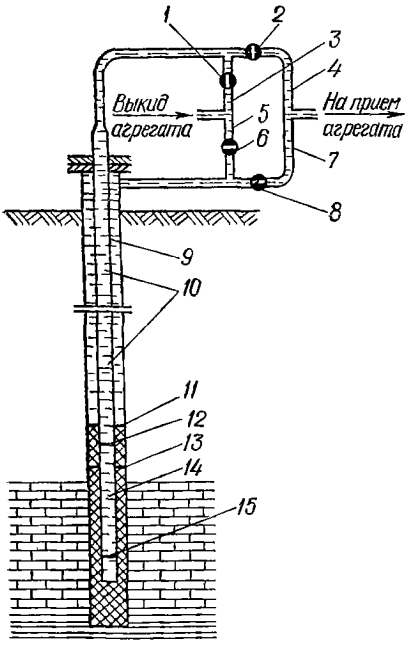


Рис. 19 Схема циркуляционной обработки скважины:

1, 2, 6, 8 — задвижки; *3, 4, 5, 7* — соединительные линии; *9* — насосно-компрессорные трубы; *10* — продавочная жидкость; *11—13, 15* — положения уровней реагента, *14* — кислотный раствор

После реагентной обработки заливочные трубы можно использовать в качестве водоподъемных при эрлифтной откачке.

Если принудительное задавливание реагента за контур фильтра затруднительно или невозможно (при уровне подземных вод более 50 м, длине фильтра более 20 м, разгерметизации надфильтровых труб и др.), применяют реагентную ванну. Скважину после приготовления в ней раствора герметизируют и выдерживают определенное время: для растворов соляной кислоты и дитионита натрия — 10—12 ч, для раствора бисульфита натрия — 14—16 ч, для фосфорных растворов — 20—24 ч Далее сбрасывают продукты реакции и демонтируют герметизирующее устройство.

Для рассматриваемых условий возможна также циркуляционная перекачка реагента, при которой раствор перекачивают из затрубного пространства скважины в трубы и обратно. В скважине устанавливают насосно-компрессорные трубы, соединяют их с агрегатами и герметизируют скважину (рис. 19) [3]. После закачки кислоты трубное пространство через линию *4* и открытую задвижку *1* соединяют с «выкидом агрегата», а затрубное пространство — через открытую задвижку *8* и линию *7* с «приемом агрегата». Задвижки *2* и *6* в это время закрыты. Уровень реагента в затрубном и трубном пространстве может занимать, например, положение *11* и *15*. Для перекачивания реагента из затрубного пространства «выкид агрегата» соединяют с затрубным пространством, а «прием агрегата» — с трубным, для чего задвижки *2* и *6* открывают, а *1* и *8* закрывают. Под давлением продувочной жидкости реагент из затрубного пространства перекачивается в трубное Уровни реагента соответствуют позициям *12* и *13*. Далее реагент перекачивают из трубного пространства в затрубное, соединяя «выкид агрегата» с трубным пространством, а «прием агрегата» — с затрубным (задвижки *1* и *8*

открыты, а *2* и *6* — закрыты). Операции повторяются до возможно полного растворения кольматирующих соединений.

К реагентным методам относится также очистка фильтра сухим льдом (твердой углекислотой). Этот метод применяют в комбинации с кислотной обработкой, реже — самостоятельно. В скважину сухой лед опускают в герметичном контейнере, автоматически открывающемся в забое. Там начинается бурное образование углекислоты, объем которой в 800 раз больше объема льда. Происходит интенсивный выброс воды из скважины и приток ее из пласта. Бросать сухой лед непосредственно в скважину нельзя, так как это приведет к образованию пробки, которая может разорвать трубы. Сухой лед опускают в скважину из расчета 1 кг на 10 м столба воды. При большем количестве льда вода в скважине может замерзнуть.

Эффективность обработки существенно возрастает при нагреве реагентов. Для получения оптимальной температуры реагентов могут быть использованы скважинные электронагреватели в кислотостойком исполнении, циркуляционная подача реагентов с нагревом на поверхности, нагрев при помощи пара или термических материалов и др.

Для избирательного воздействия на пласт при термокислотных обработках применяется камера с размещенными на наружной поверхности магнитными стержнями.

Очистка скважины после регенерации. После окончания обработки демонтируют герметизирующее устройство, монтируют эрлифтную систему или электропогружной насос и откачивают скважину. В результате откачки скважины удаляют остаточное количество реагента и продукты реакции. При отсутствии их в воде прокачку прекращают и скважину подключают к эксплуатации.

Время окончания прокачки можно определить по электрическому сопротивлению откачиваемой жидкости. В ходе прокачки при помощи переносного омметра измеряют электрическое сопротивление жидкости в фильтре или в пробах откачиваемой воды. При достижении значений сопротивления, зафиксированных до обработки, откачку прекращают. При правильно подобранном количестве реагентов продолжительность откачки после солянокислотной обработки не превышает 1 ч, а после обработки триполифосфатом натрия составляет 2—3 ч.

Для очистки скважин после ремонта, а также для уничтожения железистых бактерий используются бактерициды, из которых наиболее распространен хлор. Его применяют в виде газа, подаваемого в скважину по шлангу в нижнюю часть фильтра. Доза хлора на 1 л объема скважины — 50 мг для обеззараживания и 500—1000 мг — для удаления железистых бактерий. Чтобы усилить действие хлора, применяют свабирование и гидравлические ерши.

Работу с хлором необходимо проводить только при соблюдении правил техники безопасности, так как он является отравляющим веществом [18]. Безопасней и удобней использовать хлор в виде гипохлоритов. Гипохлорит кальция в гранулах или таблетках содержит около 70 % хлора, гипохлорит лития — 35 %, гипохлорит натрия в растворе — 15—50 %. Органические соединения в виде сухих белых гранул содержат 60—90 % хлора, но в больших количествах они взрывоопасны.

Сильным окислителем и отличным бактерицидом служит перманганат калия в сухом виде, который вполне безопасен. Для обработки скважин перманганат растворяют до концентрации 1—2 г/л и закачивают в водоприемную часть скважины, которую затем промывают под высоким напором и свабируют.

ВИБРАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ

Вибрационная гидродинамическая обработка. Для этого метода обработки скважин необходимы: поверхностная (ВУР-2, ВУР-3) или погружная (ВУР-4) виброустановка, рабочий орган и оборудование для эрлифтной откачки. Монтажные, спуско-подъемные и другие операции выполняются с помощью самоходных агрегатов типа АВО (см. с. 64), а в случаях их отсутствия — с применением буровых установок или грузоподъемных средств общего назначения (см. с. 62). Параметры виброустановок типа ВУР (табл. 44) обеспечивают возбуждение в стволе скважины импульсов гидродинамического давления с амплитудой 0,4—0,5 МПа.

Поверхностные установки ВУР-2 и ВУР-3 [16] состоят из вибратора дебалансного типа и опорной рамы, которые связаны между собой направляющими стержнями и амортизирующими пружинами. Привод вибратора осуществляется цепной передачей от электродвигателя, установленного на опорной раме (ВУР-3) или верхней крышке корпуса вибратора (ВУР-2). Опорная рама снабжена отводом для воды и резиновой диафрагмой для герметизации устья скважины. Опорную раму соединяют с обсадной, эксплуатационной или фильтровой колонной скважины сменными переходниками. Каждая виброустановка имеет пять переходников для труб диаметром 219, 273, 326, 377 и 426 мм. Вибратор состоит из сварного корпуса, в котором на подшипниковых опорах смонтированы два вала. В центральной части корпуса размещены синхронизирующие шестерни, диски которых выполнены в виде дебалансов.

44. Установки для вибрационной гидродинамической обработки скважин [16]

Наименование показателей	ВУР 2	ВУР-3	ВУР 4
Предельная глубина обрабатываемой скважины, м	120	250	800
Минимальный диаметр колонны скважины, мм:			
эксплуатационной	168		219
фильтровой	114		114
Максимальная масса рабочего органа, кг	1000	2000	400
Амплитуда колебаний рабочего органа при его максимальной массе, мм	6		7
Частота колебаний рабочего органа, кол/мин	700		800
Мощность приводного электродвигателя, кВт	7,5	13	5,5
Масса виброустановки (без рабочего органа), кг	800	1300	240
Размеры в плане, мм	700×510	1400×680	Ø 188
Высота (без рабочего органа), мм	1300	1200	3260
Агрегат, с которым работает виброустановка	АВО-2	АВО-1	АВО-1, АВО-2, буровая установка

Погружная установка ВУР-4 состоит из вибратора, приводного электродвигателя, рабочего органа и колонны бурильных труб. Вибратор кинематического типа смонтирован в герметичном корпусе и имеет привод от водозаполненного электродвигателя, выполненного на базе электродвигателя АПД-136/2 от погружного насоса ЭПН-6. Над электродвигателем установлен трубчатый резервуар. Возбудитель колебаний включает присоединительную зубчатую муфту, блок конически-цилиндрических зубчатых колес и эксцентриковый вал, соединенный шатунами с движущимися в противофазе коаксиально расположенными штангами, которые, в свою очередь, соединяются с наружной и внутренней трубами рабочего органа.

Погружная установка отличается от виброустановок поверхностного типа тем, что вибрированию подвергается не вся колонна, а лишь рабочий орган с дисками. Это обусловливает преимущественное использование ее на скважинах глубиной более 250 м.

В комплект виброустановки ВУР-4 входят: пульт управления, оголовок для герметизации устья скважины с набором сменных переходных ниппелей, позволяющих закреплять машину на эксплуатационных или фильтровых колоннах диаметром 218, 273 и 377 мм, и полый стальной каркас для размещения погружного электронасоса.

Рабочий орган представляет собой насосно-компрессорную трубу диаметром 60 или 73 мм, в нижней части которой на длине, равной высоте филь-

тра, с шагом 0,5 м прикреплены диски толщиной 10 мм. Наружный диаметр дисков немного меньше внутреннего диаметра фильтра. Диски выполнены из стальных колец со сменными резиновыми полукольцами Такая конструкция дисков позволяет легко монтировать рабочий орган в скважине и дает возможность увеличивать эффект гидродинамического воздействия за счет малого (1—2 мм) радиального зазора между каркасом фильтра и наружным диаметром дисков. Вибрационный рабочий орган со стальными дисками можно использовать в фильтрах диаметром 114 и 127 мм, с резинометаллическими дисками — в фильтрах диаметром 168, 219, 273 и 326 мм.

В ряде случаев (разглинизация мелкозернистых водоносных песков, комбинированная виброреагентная обработка при химической кольматации фильтров) применяется рабочий орган, соседние диски которого совершают по отношению друг к другу встречные, а для погружной виброустановки — противофазные колебательные движения. Это обеспечивает возбуждение в столбе воды импульсов гидродинамического давления встречного направления, что способствует повышению эффекта очистки фильтра и призабойной зоны. При обработке скважин, в которых фильтровая колонна установлена впотай, нижний торец рабочего органа снабжают конусообразным направляющим устройством, облегчающим вход дисков в фильтр.

Технология обработки заключается в следующем. При восстановлении производительности скважин, подвергающихся механической кольматации, в скважине монтируют вибрационное оборудование и собирают эрлифтную систему. Затем приступают к откачке скважины эрлифтом и периодически на 3—5 мин включают в работу виброустановку При возобновлении откачки следят за содержанием в воде частиц песка и глины. После осветления воды виброустановку вновь запускают в работу. Если при последующей откачке вновь увеличивается количество частиц глины, то откачку продолжают до осветления воды, а затем еще раз включают виброустановку. Вибрационную гидродинамическую обработку и откачку производят до тех пор, пока после очередного включения виброустановки в воде не будет наблюдаться заметного увеличения глинистых частиц. В процессе откачки после каждого включения вибратора измеряют дебит скважины. Динамический уровень воды определяют, исходя из показателей манометра на компрессоре эрлифтной системы (см. с 43).

При использовании вибронасоса гидродинамическую обработку скважин, фильтр и призабойная зона которых закольматированы осадками химического происхождения, осуществляют таким образом. Первоначально проводят 2—3 цикла виброобработки по технологии, изложенной выше, до относительного осветления откачиваемой воды. Затем через патрубок, используемый для отвода поступающей из скважины воды, в ее ствол заливают реагент. Химический состав реагента и его количество зависят от физико-химических свойств и структуры кольматанта (см. с. 77). Время прохода реагента к фильтру — 15—20 мин. После этого раздувают резиновую оболочку пакера и включают вибратор на 10 мин В процессе вибрирования одновременно с реагентной производят гидродинамическую обработку фильтра и призабойной зоны. При вибрировании рабочего органа в фильтре и призабойной зоне вибронагнетателем создают избыточное давление 0,3—0,4 МПа

После окончания первого цикла вибрирования сбрасывают давление в пакере и реагент, выдавленный за контур фильтра, возвращают в ствол скважины. Через 20 мин вновь герметизируют фильтровую зону и возобновляют вибрирование на 10 мин. Эти операции в такой последовательности выполняют 3—5 раз. Затем заливают вторую порцию реагента и весь цикл повторяют. После реагентной обработки проводят эрлифтную откачку из скважины до полного выхода твердых и газообразных продуктов реакции. Такая обработка позволяет создать наиболее благоприятные условия для растворения кольматанта химическим реагентом.

Виброреагентная обработка существенно интенсифицируется подогревом реагента Раствор нагревают электрическим током, добавкой других реагентов и т. д.

ВНИИГС и ВНИИВОДГЕО разработаны устройства для термовиброреагентной обработки скважин (рис. 20). Общим для них является использование вибратора совместно с трубчатым рабочим органом, осиащенным электронагревательным элементом или приспособлением для реагентного нагрева раствора в скважине.

Декольматация скважин с преимущественным содержанием в осадках необезвоженных гидроокислов железа допустима вибрационным методом без реагентов При этом возможно достижение первоначального или близкого к нему удельного дебита. Такая обработка эффективна при межремонтном периоде 1—1,5 года.

Виброреагентная обработка применима со всеми видами реагентов (см. с. 76). Она обеспечивает наиболее равномерную по высоте фильтра регенерацию. Эффективность ее возрастает с уменьшением межремонтного периода, который не должен превышать 2—3 лет. При этом возможно получение удельного дебита 70—90 % первоначального.

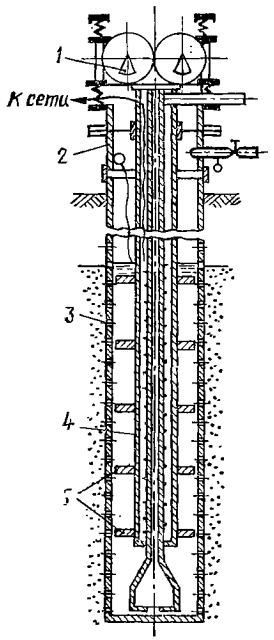


Рис 20. Устройство для подогрева реагента в скважине при виброреагентной регенерации.

1 — вибратор, *2* — обсадная колонна; *3* — фильтр, *4* — электронагревательная спираль; *5* — диски рабочего органа.

Электровибрационная обработка. Применяется при восстановлении производительности водозаборных, дренажных и гидрогеологических скважин. Такую обработку можно использовать в сочетании с реагентами, коагулянтами или любыми электролитами. Положительные результаты получаются в скважинах, которые эксплуатируются не более 3—5 лет и осадки в которых могут быть разрушены давлением 0,5—0,8 МПа.

При электровибрационной обработке скважин, устроенных в рыхлых отложениях или оборудованных гравийными фильтрами, необходимо учитывать возможность уплотнения водоносных пород и обсыпки. В зависимости от их первоначальной плотности коэффициент фильтрации пород (обсыпки) в прифильтровой зоне уменьшается не более чем на 20 %. Водопроницаемость обсыпки также изменяется вследствие механической кольматации, связанной с проникновением частиц водоносной породы в пористую среду обсыпки при разжижении грунтов в контактной зоне.

Установка для электровибрационной обработки скважин, разработанная Ивано-Франковским институтом нефти и газа, смонтирована в кузове автомобиля ГАЗ-53А. В состав установки входят электрическая и гидравлическая части, включающие электронный блок, пульт управления, трансформатор, лебедку, рабочую емкость, компрессор, скважинный снаряд. Скважинный снаряд опускают в фильтр, где предварительно создана проводящая среда. На электроды разрядника подают напряжение (200—900 В) с наземного оборудования. В результате создается знакопеременное гидродинамическое возмущение с заданной частотой. Потребляемая мощность установки — до 15 кВт. Гидравлическая часть установки служит для подачи из рабочей среды емкости реагента непосредственно в зону расположения скважинного снаряда, когда предварительная заливка реагента не обеспечивает необходимой проводимости раствора либо нетехнологична.

Максимальная глубина обрабатываемых скважин — 150 м, внутренний диаметр фильтров — 100—350 мм.

Обработка ультразвуком [16]. Акустическим методом скважины регенерируют при помощи установки УЗРС.

Ультразвуковая установка состоит из преобразователя частоты, щита управления электрическими параметрами, ультразвукового снаряда, обеспечивающего озвучивание фильтра и изоляцию обрабатываемого участка, вспомогательного оборудования для эрлифтной откачки, подготовки химических реагентов, очистки от осадков внутренней поверхности фильтра и полости отстойника УЗРС смонтирована на базе автоприцепа 2ПН-4 грузоподъемностью 4 т, буксируемого автомобилем марки ЗИЛ.

Основной рабочий орган установки — ультразвуковой снаряд. Он состоит из двух магнитострикционных излучателей, соосно закрепленных на стальной опорной трубе. Излучатели представляют собой полые цилиндры, набранные из плоских никелевых колец толщиной 0,1—0,2 мм. Внешний диаметр излучателя — 220, внутренний — 150 мм, высота активной части — 250 мм. Резонансная частота питающего тока — 8 кГц. Обмотка излучателей выполнена в закрытых вертикальных пазах. Сверху и снизу излучатели ограничены пневматическими пакерами с резиновыми оболочками, закрепленными на опорной трубе. Между излучателями и трубой имеется полость шириной 30 мм. Участок трубы с пакерами перфорирован круглыми отверстиями диаметром 18 мм.

Общая высота снаряда — 1500, внешний диаметр — 240, высота рабочей части — 750 мм; масса — 110 кг. При помощи муфтового соединения снаряд крепится на колонне водоподъемных труб. Провода обмоток излучателей присоединены к силовому высокочастотному кабелю установки, а пневматические пакеры — к резиновому шлангу. Кабель и шланг закреплены на колонне водоподъемных труб.

Питание магнитострикционных излучателей осуществляется от преобразователя частоты ВПЧ-30/8000, преобразующего промышленный трехфазный ток частотой 50 Гц в однофазный частотой 8 кГц. Тепло, выделяемое преобразователем в процессе работы, отводится путем водяного охлаждения.

В состав генератора ультразвука входят электродвигатель привода и генератор тока высокой частоты, расположенные соосно на одном вертикальном валу.

Установка ультразвуковой декольматации скважин УЗРС

Предельная глубина обрабатываемой скважины, м	120—130
Диаметр фильтровой колонны, мм	273
Потребляемая мощность установки, кВт	35
Потребляемый ток:	
напряжение, В	380
сила, А	34—40
Ток выхода:	
напряжение, В	400—430
сила, А	42—46
Сила тока подмагничивания, А	30
Интенсивность обработки фильтра при озвучивании, м/ч	1,5—3
Масса установки, т	7

В процессе обработки скважины работа установки должна сопровождаться работой подъемного механизма (автокрана, бурового станка, стационарно смонтированного крана и т. п.) и компрессора, параметры которого обеспечивают возможность эрлифтной прокачки скважины (ЗИФ-55, ДК-660, ДК-9 и др.).

Восстановление скважины начинают с чистки ее и отстойника проволочным ершом, входящим в комплект установки (рис. 21). Ерш монтируют на колонне труб. После погружения в скважину на глубину 5—6 м к колонне подсоединяют отрезок шланга с форсункой эрлифта. Форсунка должна на 1,5—2 м не доходить до нижнего торца опорной трубы ерша. При помощи патрубка, монтируемого на торце трубы колонны, отрезок шланга с форсункой соединяют с воздуховодным шлангом, идущим вдоль водоподъемной колонны по ее внешней поверхности параллельно водяному шлангу. Оба шланга по мере монтажа колонны крепят с интервалом 6—8 м на трубах при помощи мягкой проволоки диаметром 2—3 мм. Трубы водоподъемной колонны с интервалом не менее 6 м оборудуют центрирующими фонарями, входящими в комплект установки. После того как ерш опустится под действием веса труб, чистят внутреннюю полость скважины. По достижении ершом заиленного участка на колонне монтируют оголовок, обеспечивающий направленный выброс пульпы из скважины.

Шланг эрлифта подключают к компрессору, а водяной шланг — к штуцеру холостого сброса водяного охлаждения установки с забором воды из разборной емкости. Вода нагнетается в скважину под давлением 4—5 МПа. Одновременно с размывом осадка осуществляется эрлифтная откачка. Происходит удаление не только осадка с дна скважины, но и кольматанта с продуктами коррозии с внутренней поверхности фильтра и надфильтровой колонны, смещенных

вниз в результате воздействия проволочиого ерша По мере удаления шлама с дна скважины постепенно погружается вся колоина. В случае необходимости наращивают дополнительные трубы. При таком способе чистки водоподъемные трубы не забиваются кольматантом.

В сложиых случаях (например, при зарастании фильтра твердыми осадками или при значительной толщиие слоя закольматированной прифильтровой зоны более 100 мм) целесообразно примеиять комбинированиый реагентио-акустический метод, сочетающий в себе действие химических реагентов с разрушающим воздействием мощного акустического поля. При этом после очистки внутренней полости скважины через водоподъемиую колонну заливают раствор реагента. Его готовят в разборной емкости, которую для ускореиия процесса оборудуют воздушным барботером. В колонну раствор подается самотеком или при помощи насоса охлаждения по водяному шлаигу.

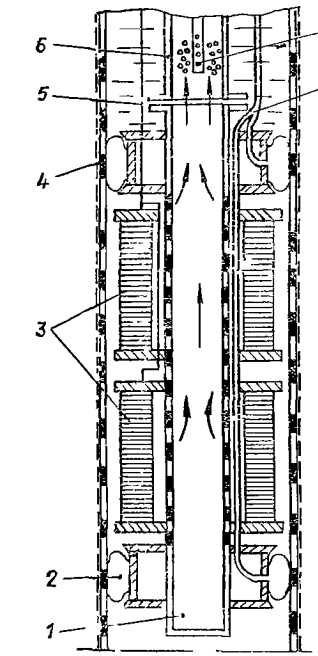


Рис. 21 Схема регенерации скважины ультразвуком:

1 — опорная перфорированная труба; *2* — пневматический пакер, *3* — магнитострикционный излучатель· *4* — фильтровое звеио скважины; *5* — высокочастотный силовой кабель; *6* — колонна водоподъемных труб; *7* — форсунка эрлифта; *8* — воздушный шланг.

После демонтажа водоподъемной колоиины ерш отсоединяют. Глубина, на которую опускается ерш при очистке скважины, указывает иа то, что до этой же отметки может быть погружеи ультразвуковой снаряд

Ультразвуковая обработка фильтра является основиой операцией. Ультразвуковой снаряд закрепляют на колоине водоподъемных труб, где до этого находился ерш. К воздушной системе пакеров присоедняют шланг, раиее использовавшийся для подачи к ершу воды. При помощи герметичных штепсельных разъемов к выводам обмоток магнитострикцнонных излучателей присоединяют высокочастотный силовой кабель. При спуске водоподъемиой колоины кабель и оба шлаига (воздушиый и для эрлифтной откачки) крепят иа колонне водоподъемиых труб.

При комбиниранной обработке скважины по мере спуска колонны можно осуществить поинтервальное задавливание раствора из полости фильтра в прифильтровую зону при помощи ресивера, воздух от которого поступает по шлангу в водоподъемиую колонну. В процессе задавливання раствора пакеры изолируют участок фильтра от остальной его части

По достижении снарядом нижнего участка фильтра производят поинтервальное (через 0,75 м) озвучивание фильтра (при раздутых пакерах) с одновременной эрлифтной откачкой только с обрабатываемого участка. При перемещении иа следующий интервал воздух из пакеров стравливают, озвучивание и откачку не прекращают.

После обработки ультразвуком дебит скважии составляет 37—100 %, а удельиый дебит — 67—80 % начального значення.

КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ПЕСЧАНЫХ ПРОБОК

Прорывы песка в скважины обусловлены иеисправностями сальников фильтровых колонн, отсутствием заделки дна отстойников, коррозией сетчатых фильтров, их иеправильной конструкцией и установкой, неверным производством ра-

бот по гравийной обсыпке. Как единичные, отмечены случаи поступления песка в скважину при коррозии колонн обсадных труб. К эксплуатационным причинам, обусловливающим пескование скважин и образование песчаных пробок, следует отнести произвольное увеличение дебита скважин и установку более мощного водоподъемного оборудования, чем это предусмотрено паспортом скважины.

Наиболее распространенными методами извлечения песчаной пробки являются желонирование, чистка промывкой, воздушной смесью и эрлифтом.

Желонирование. Наиболее эффективно применять желонирование в случае мягкой пробки, когда уровень подливом воды в скважину не восстанавливается и когда пробка полностью перекрывает фильтр.

Диаметр желонки зависит от диаметра рабочей колонны скважины. При наружном диаметре колонны 114, 168, 219, 273 мм наружный диаметр желонки будет соответственно 89, 114, 168, 219 мм. Так как при извлечении песчаной пробки работы ведутся в обсадных трубах без выхода желонки из-под обсадной колонны, могут применяться желонки с разницей между их наружным диаметром и диаметром обсадной трубы менее 50 мм при глубине до 200 м.

Желонирование рационально комбинировать с другими методами (эрлифтом, гидроразмывом) для извлечения верхней части пробки над фильтром при низких динамических уровнях либо для извлечения плотных пробок после размыва их струей. При работе в скважинах с наземными насосными станциями целесообразно применять укороченные желонки с ударными штангами.

Для извлечения песчаных пробок применяется разработанный ВНИИ буровой техники гидробур, представляющий собой поршневую желонку, снабженную всасывающей изогнутой трубой.

Чистка скважины струйным аппаратом заключается в рыхлении песчаной пробки струями с помощью специальной размывочной головки с соплами, отборе и выносе пульпы струйным насосом на поверхность. При этом не создается давление на водоприемную часть скважины.

Чистка промывкой. При малой высоте столба воды над песчаной пробкой, когда невозможно работать эрлифтом, а желоночная чистка требует больших затрат времени либо когда пробка сцементирована, применяется чистка скважины промывкой. Глубина спуска и диаметр промывочных труб зависят от предполагаемой максимальной глубины промывки пробки и от диаметра эксплуатационной колонны. Во избежание прихвата разница между диаметрами промывочных и обсадных труб должна составлять 75 мм при диаметре обсадных труб 168 мм и более и 50 мм — при диаметре обсадных труб менее 168 мм.

Применяют прямую и обратную промывку. При прямой промывке скорость подъема значительно ниже, чем при обратной, давление на забой минимальное и примерно равно гидростатическому давлению столба воды в скважине. При обратной промывке резко увеличивается скорость выноса и создается значительное давление на забой, что нежелательно, так как возникают большие потери промывочной жидкости из-за поглощения ее скважиной (в 2,5 раза больше, чем при прямой промывке).

Выбор схемы зависит в основном от обеспечния подачи воды для промывки. При прямой промывке сцементированных пробок давлением струи на забое не всегда удается размыть пробку. В этих случаях применяют гидромониторную насадку, но при этом расход воды увеличивается в 2—3 раза. Исходя из подачи и напора насосов, применяемых при ремонте скважины, и гидравлических потерь в подающей магистрали, в скважинах глубиной до 200 м для размыва пробок рекомендуется одноструйная насадка длиной 200 мм с начальным диаметром 35 мм и конечным 10 мм. В качестве промывочной колонны можно использовать бурильную колонну диаметром 50 или 63,5 мм.

Гидроразмыв рационально применять при возможности восстановления промывки скважины, т. е. при наличии плотных сцементированных пробок, полностью перекрывающих фильтр. В связи с аналогией монтажной схемы оборудования рекомендуется комбинация гидроразмыва в верхней части пробки с извлечением эрлифтом нижней части пробки — после вскрытия части фильтра и начала притока в скважину воды из горизонта.

Чистка эрлифтом. Основным условием при этом методе является разрушение песчаной пробки и создание скорости подъема гидросмеси, превышающей скорость падения наиболее крупных частиц пробки. При извлечении песчаной пробки возникает необходимость подъема гидросмеси, на что требуется увеличение удельного количества воздуха.

Для подбора эрлифта необходим расчет минимального дебита системы, обеспечивающего движение гидросмеси с заданной скоростью при минимальных гидравлических коэффициентах эрлифта. Чем меньше гидравлический коэффициент, тем выше КПД эрлифта и меньше удельный расход воздуха на 1 м³ жидкости При извлечении пробок значение гидравлического коэффициента принимают не более 0,85. Зависимость между гидравлическим коэффициентом эрлифта α (отношением глубины динамического уровня в скважине к глубине погружения смесителя от поверхности излива) и величиной удельного расхода воздуха q_0 для подъема 1 м³ гидросмеси со средней плотностью 1,3 т/м³ определяется выражением $\alpha = 0{,}25\, q_0^{1/3}$.

Исходя из необходимости получения максимальных скоростей извлечения песчаных пробок из скважины при минимальных расходах воздуха, наиболее оптимальной является концентрическая схема расположения труб эрлифтной установки с размещением воздухопроводных труб внутри водоподъемных. Для удобства монтажа в качестве воздухопроводных труб при глубине скважин до 100 м применяются сплошные шланги из полиэтилена высокого давления диаметром 32/35 и 40/32 мм. С целью увеличения разрыхляющего давления воздуха конец шланга срезают под углом и не оборудуют смесителем.

Чистка водовоздушной смесью. При этом методе в скважину закачивают аэрированную жидкость, что позволяет резко снизить давление на забой во время чистки и уменьшить количество уходящей в пласт воды за счет уменьшения противодавления.

Для очистки скважин от песчаных пробок этим методом применяют установку, которая состоит из агрегата 1БА15В и компрессора ДК-9М либо компрессорной станции. Установка работает следующим образом. Сжатый воздух от компрессора через диафрагму регистрирующего расходомера подают в смеситель. Расход его регулируют вентилем, давление замеряют манометром компрессора. Воду из приемной емкости в смеситель подают насосом 9МГр. Расход воды замеряют периодически в замерной емкости. Воздушная смесь, получаемая в смесителе, направляется в скважину, устье которой загерметизировано эрлифтной промывочной головкой. На линии подачи смеси установлен манометр. При наращивании штанг выбросы аэрированной жидкости из их внутренней полости предотвращаются установкой в колонне обратного клапана. В качестве промывочных применяются трубы диаметром 73 мм.

При этом методе очистки скважины давление на забой зависит от соотношения количества нагнетаемого воздуха $Q_в$ и жидкости $Q_ж$, называемого степенью аэрации ($\alpha = Q_в/Q_ж$).

Метод чистки аэрированной жидкостью рационально применять в тех случаях, когда песчаная пробка перекрывает фильтр не полностью, а гидроразмыв невозможен из-за значительного поглощения воды. В скважинах с полностью перекрытыми фильтрами применяют гидроразмыв верхней части пробки, обеспечивающий большую выносную способность восходящего потока, а после потери промывочной жидкости применяют аэрированную. Для разрыхления плотных пробок применяют гидроразмыв, а для их подъема — аэрированную жидкость.

Степень аэрации должна быть 60—80. Увеличение ее уменьшает гидростатическое давление и выносящую способность потока, а уменьшение — увеличивает их значения. При степени аэрации более 100 выносящая способность аэрированной жидкости становится меньше выносящей способности чистого воздуха вследствие подъема жидкой фазы смеси в виде тонкого слоя по стенкам труб. При степени аэрации 60—80 давление на забое в 3—4 раза ниже гидростатического давления чистой воды в скважине.

Количество воды и воздуха определяется из расчета создания скорости восходящего потока 0,5—0,7 м/с в зависимости от площади кольцевого пространства между промывочными и обсадными трубами. При высокой поглощающей способности пласта и большой длине фильтра для восстановления циркуляции смеси и во избежание ухода воды в пласт необходимо увеличить расход воздуха и смеси.

Эффективность очистки скважины водовоздушной смесью обусловливается высокой скоростью извлечения пробок (2—2,5 м/ч).

Монтаж оборудования для извлечения песчаных пробок водовоздушной смесью позволяет без всяких изменений комбинировать этот метод с извлечением пробок гидроразмывом и с помощью эрлифта. Иногда эффективно совмещать несколько методов (например, при пробках, полностью перекрывающих

фильтр,— желонирование до верхней части фильтра, затем применение эрлифта либо эрлифта с гидроразмывом). В случае сильносцементированных пробок иногда применяется разбуривание их долотами с промывкой водой.

Устранение эксплуатационных причин, вызвавших образование песчаной пробки, сводится, при отсутствии повреждения фильтра, к установке оборудования, соответствующего паспортной производительности скважины. Устранение конструктивных недостатков значительно сложнее и, как правило, требует проведения специальных ремонтных работ.

В случае прорыва песка из-за неисправности сальника фильтровой колонны наиболее эффективным является наращивание фильтровой колонны патрубком с сальником; при поступлении песка из-под башмака обсадной колонны бесфильтровых скважин — повторное подбашмачное цементирование с помощью пакеров либо установка внутрь обсадной колонны меньшего диаметра с затрубным цементированием; при коррозии труб и поступлении песка в скважину через отверстия в обсадной колонне — перекрытие интервала поступления песка трубами меньшего диаметра.

При разрывах сетчатого фильтра возможными мероприятиями является извлечение фильтра и его замена либо установка внутрь фильтра меньшего диаметра (сердечника) с потерей до 50 % дебита скважины. Это допускается на скважинах, рассчитанных на непродолжительную эксплуатацию.

ЗАМЕНА ФИЛЬТРОВЫХ КОЛОНН И САЛЬНИКОВ

Замена фильтров выполняется, как правило, в составе капитального ремонта скважин, производимого средними и тяжелыми буровыми агрегатами УРБ-3А2, 1БА-15В.

Извлечение фильтровой колонны. В тех случаях, когда все меры к восстановлению работы старого фильтра (механическая, химическая и гидравлическая чистка) не дали результатов, а также если установленный фильтр поврежден или имеет неправильную конструкцию, фильтровую колонну извлекают.

При ремонте скважины с фильтровыми колоннами, установленными впотай, с разницей в диаметрах фильтровой и последней обсадной колонн 50 мм и более на сторону (например, диаметр фильтровой колонны 168, а обсадной — 273 мм) фильтровую колонну рационально извлекать обуриванием колонковым снарядом, изготавливаемым из обсадных труб. В качестве наконечника применяется армированная твердосплавными резцами коронка из муфты. Бурение следует вести на первой скорости вращения ротора с промывкой чистой водой. Режим бурения — обычный для разбуривания песчано-гравийных водоносных горизонтов. После проходки интервала установки фильтра промывку прекращают и оседающий шлам заклинивает фильтр внутри колонковой трубы. Если фильтр не заклинивается, его захватывают внутри с помощью переходника, опускаемого на бурильной колонне. Переход обматывают пеньковой веревкой, так чтобы образовался конус, и расклинивают внутри фильтра засыпкой гравия. После обуривания фильтр извлекают без каких-либо затруднений.

Если конструкция скважины не позволяет применять обуривание, фильтровую колонну извлекают захватом внутри с промывкой и подъемом домкратом, а затем лебедкой.

Как правило, фильтр захватывают способом, описанным выше. Преимущество его перед захватом метчиками заключается в возможности освобождения перехода при возникновении напряжений, превышающих допустимые. Фильтровую колонну захватывают в нижней части перфорированного участка. Наиболее эффективно в этом случае извлекать фильтр с промывкой. Для этого после соединения с фильтром ведущую штангу агрегата устанавливают в нижнее положение и включают буровой насос. Промывку ведут чистой водой при максимальной мощности и максимально возможном напоре насосного агрегата. Одновременно периодически включают ротор и начинают постепенный подъем ведущей штанги. Избыточное давление воды в затрубном пространстве фильтра образует восходящий поток, взвешивающий расклинивающую фильтр гравийную обсыпку. Извлекать фильтры скважины без предварительной подготовки, непосредственно гидравлическими домкратами нецелесообразно, так как предельная нагрузка колонн, особенно с фильтровой обсыпкой, превышает возможное усилие 95—100 т, при котором происходит разрыв штанг.

Спуск фильтра в скважиину. Взамеи извлеченного новый фильтр спускают в скважину с помощью желоики, эрлифта либо с избыточным давлением иа забой. Первый способ, в связи с частым прихватом фильтра в обсадных колоннах и его повреждениями при посадке, в процессе ремонта скважии не рекомендуется.

Спуск с помощью эрлифта [9] заключается в том, что после повторного разбуривания водоносного пласта и подготовки скважины в нее опускают фильтровую колоину, состоящую из отстойиика длиной 1,5—2 м, фильтра и надфильтровой колоины с сальником и вырезной муфтой. Для этого внутрь фильтра спускают водоподъемную колонну диаметром 60—70 мм, к которой приварен спускиой ключ. Нижний конец колонны, выходящий из отстойника на 100—150 мм, срезают под углом 60°. На этих трубах фильтр спускают на забой скважины, ключ выводят из вырезанной муфты и устанавливают на надфильтровую колонну для контроля за посадкой фильтра. После этого в водоподъемиую колонну опускают воздушные трубы, коэффициент загрузки которых под статический уровень составляет 1—1,5. Собраиную фнльтровую колонну подвешивают на контрблоке ремонтиого агрегата, лебедка которого при посадке фильтра должна быть включена. На начальной стадии посадки фильтра воду в скважину закачивают буровым насосом для проведения эрлифтной откачки С этой целью иа скважиие заготавливают 8—10 м³ воды. Норма подлива определяется величиной максимальиого давления компрессора. По мере погружения фильтра подачу воды в скважину уменьшают, а затем и вовсе прекращают. Динамический уровень в скважине и соответственно режим подачи воды контролируют по манометру. При посадке фильтра с помощью эрлифта возможен прихват труб воздушной и водоподъемной колонн. Поэтому необходимо постоянно наблюдать за интенсивностью выноса песка.

Установка фильтров при избыточном давлении иа пласт заключается в проходке водоносных горизонтов песков роторным способом с промывкой и подливом чистой воды. При бурении, наращивании и извлечении бурового снаряда, а также сборке и установке фильтра скважиина должна быть заполнена водой до устья. Ремоитируемые скважины, как правило, оборудованы системой трубопроводов для подачи воды потребителю, которую при смене фильтра можно использовать как подающую магистраль.

Для установки фильтра в процессе ремонта скважины мощиость гравийной обсыпки имеет решающее значение. Создание мощных обсыпок связано с необходимостью вскрытия водоносиого горизонта большим диаметром. Так, для создания гравийной обсыпки минимальной толщиной 78 мм для фильтра диаметром 168 мм необходимо вскрыть водоиосный горизонт диаметром 395 мм. При ремоите скважин диаметр долота для перебуривания водоносного горизонта обусловлен внутренним диаметром эксплуатационной колонны обсадных труб. Возможным варнантом является отказ от фильтра и созданне каверны с последующим заполнением ее гравием. В этом случае необходима устойчивая кровля водоносного горизонта, а при кровле, сложенной глинами,— напорный водоносный горизонт для ее поддержания.

Увеличение диаметра скважины. Для разрушения закольматированной зоны и создания уширения в зоне водоносного горизонта в состав бурового снаряда включают расширители. Наибольший интерес представляет расширитель конструкции треста «Укрбурвод» и ПКК «Востокбурвод» (рис. 22). Режущие элементы его выполнены в виде лопастей, тангенциально закрепленных на наружной поверхности бурильной трубы. На одном конце трубы имеется направляющее кольцо которое перемещается в осевом направлении и шарнирно связано с режущими элемеитами, а на втором — кольцевой регулируемый упор, взаимодействующий с режущими элемеитами в период рабочего хода. Расширитель содержит три тангенциально расположеииые треугольные лопасти с отверстием для осей шарниров, расположенных вблизи одиой из вершин каждой лопасти. Они шарнирно связаны с фланцем бурильиой трубы. Тяги шарнирами связаны с лопастями и иаправляющим кольцом, свободно надетым на бурильную трубу. Лопасти в нерабочем положении скреплеиы с болтами, устаиовленными на замке бурильной трубы с помощью проволок, пропущенных через отверстия частей замкового соединения, между которыми при моитаже бурильных труб оставлен зазор.

Порядок работы расширителя следующий. В интервал водоносного пласта скважины ниже эксплуатацнонной колонны опускают расширитель, смонтированный на колоине бурильных труб. При вращении снаряда на забое скважины

верхняя бурильиая труба проворачивается отиосительио иижней, которая связаиа с долотом, испытывающим сопротивление со стороны выбуриваемой породы в пределах обусловленных зазоров. При этом края отверстий перекусывают проволоку и лопасти, извлекаемые центробежной силой, и выдвигаются до соприкосновения с кольцевым упором. Тангенциальное расположение лопастей позволяет максимально удалить центр тяжести от осей шарниров, обеспечивая надежность раскрытия расширителя. Равномерность перемещения лопастей обеспечивается тем, что они связаны между собой посредством направляющего кольца. В конце хода рычаг нажимает на плунжер форсунки, наполненной окрашенной жидкостью, и содержимое форсунки поступает во внутреннюю полость бурильных труб, откуда в смеси с пульпой поднимается на дневную поверхиость, сигнализируя о раскрытии расширителя.

В расширителях гидромеханического типа конструкции треста «Промбурвод» лопасти раскрываются при повышении давления промывочной жидкости в бурильных трубах, на которых их спускают в скважину.

Расширитель коиструкции трестов «Укрбурвод» и «Промбурвод» позволяет расширить ствол скважины иа 500—700 мм. В сборе длина этого расширителя составляет 1220, диаметр — 240 мм. В рабочем положении диаметр расширителя I типа — 500, II типа — 600 и III типа — 700 мм. Масса — 117 кг

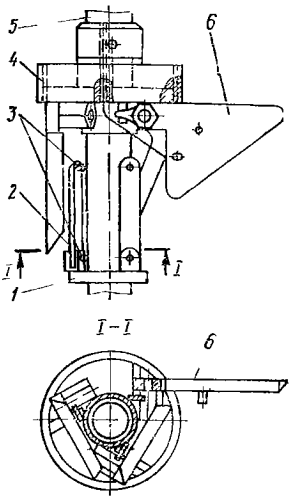


Рис. 22. Коиструкция расширителя треста «Укрбурвод»:
1 — направляющее кольцо, *2* — тяги *3* — шарниры, *4* — кольцевой регулируемый упор, *5* — бурильная труба; *6* — лопасти.

Двухлопастный иидерционный расширитель коиструкции треста «Востокбурвод» (табл. 45) изготавливает Новосибирский опытно-механический завод. При спуске расширителя в скважины лопасти сложены, при вращеиии долота лопасти расходятся и расширяют ствол скважиины Расширители такого типа примеияются для проработки ствола скважины под башмаком обсадной колонны при ее зависании, а также при посадке фильтровой колонны в неустойчивые водоносные пласты с переслаиванием пучащих глин.

Эксцентрические иидерционные расширители изготавливают в условиях мастерских специализироваиных управлений. Эти расширители свободно спускаются через ствол скважины в нужный интервал, при вращении выбуривают каверну и извлекаются из скважины.

При расширении ствола скважины гидромониторной головкой с горизонтально-расположеиными соплами струя промывочной жидкости, истекающая под высоким давлением и с большой скоростью из сопел, воздействует на стенки скважины и разрушает слагающие их породы. Корпус гидромониторного расширителя изготавливают диаметром 140, 190, 243, 269 и 320 мм. Количество насадок — 2—3. «Востокбурвод» серийио изготавливает гидравлические турбиниые расширители

Замена сальников. Одиой из причин пескования является выход из строя пенькового сальника. Для ликвидации такой аварии иередко приходится извлекать и заменять полностью фильтровую колонну. Неисправиость пенькового сальника удобней определить с помощью откачки воды поршиевым насосом. Длину водоподъемных труб подбирают с таким расчетом, чтобы всасывающий патрубок приемного клапана длиной 0,5—0,6 м входил в надфильтровую трубу скважины. Всасывающий патрубок снабжают пеньковым сальииком с таким расчетом, чтобы им можно было плотно закрыть надфильтровую трубу и при откачке получить воду, проходящую только через рабочую часть фильтра. Если при таком способе откачки вода поступает без примеси песка, то причиной пескования скважины является выход пенькового сальника из строя. В этом случае после извлечения водоподъемных труб поршневого насоса устанавливают дополнительный сальник. Если надфильтровая труба не имеет врезов (замков) и заканчивается обыкновенной муфтой, можно рекомендовать установку дополиительного сальника по методу, разработанному трестом «Чернигговодстрой».

Дополнительный сальник можно установить по одному из двух вариантов. По первому варианту при диаметрах эксплуатационной колонны 219 и фильтровой 168 мм дополнительный сальник длиной 0,4—0,5 м монтируют на патрубке диаметром 100 мм и длиной 0,5—0,6 м. Этот патрубок соединен переходником с отрезком трубы диаметром 168 мм и длиной 1,5—2 м, оканчивающимся резьбой с навернутой муфтой. Ниже муфты, с захватом части резьбы, монтируют второй дополнительный пеньковый сальник длиной до 1 м. Спускают сальник на бурильной колонне. Для плотной посадки его на место производят несколько легких ударов трубой соответствующего диаметра, опускаемой в скважину на тросе. В качестве сальниковой набивки применяют пеньковую плетеику, проваренную в техническом или животном жире

45. Инерционные расширители [20]

Марка долота-расширителя	Диаметр, мм		Длина корпуса, мм
	со сложенными лопастями	в рабочем положении	
РД-269	143	269±1	110
РД-295	193	295±81,5	120
РД-346	240	346±2	460

По второму варианту сальник монтируют в нижней части трубы диаметром 100 мм при фильтровой колонне диаметром 168 мм. Сальник состоит из двух частей (длина нижней — до 0,5, верхней — 0,3 м), разделенных упорным кольцом. Такое кольцо устанавливают и над верхней частью сальника. Под муфтой в верхней части трубы диаметром 100 мм и длиной 4,5—5 м для центровки сальника приваривают четыре направляющие скобы по диаметру эксплуатационной колонны. Сальниковую трубу опускают в скважину, при этом ее верх при посадке закрывают мешковиной или колпаком из жести, жестко прикрепленными на бурильной колонне Плотность посадки этой конструкции на место обусловливается ее собственной массой и массой бурильной колонны. Если собственная масса незначительна, то применяют обсадную трубу После установки конструкции поверх верхнего упорного кольца пенькового сальника засыпают отсортированный гравий, с тем чтобы кольцевой зазор выше сальника был заполнен им на высоту 2—3 м.

ЛИКВИДАЦИОННОЕ ТАМПОНИРОВАНИЕ СКВАЖИН

Согласно СНиП II-31-74, санитарный тампонаж производится с восстановлением первоначальной защищенности горизонта по утвержденному проекту и под надзором санитарного врача и гидрогеолога. Проект тампонирования составляют, как правило, те же организации, которые имеют право на составление проектов бурения водозаборных скважин. На территории УССР скважины тампонируют в соответствии с Указаниями по проектированию и производству ликвидационного тампонирования разведочных и гидрогеологических, инженерно-геологических и эксплуатационных водозаборных скважин, выполнивших свое назначение (РСН 185—68), утвержденными Госстроем УССР. Проекты на ликвидацию скважин подлежат согласованию в бассейновых Госводуправлениях и местных подразделениях санэпидемслужбы Министерства здравоохранения УССР. Эти согласования должен производить титулодержатель ликвидационных работ Разрешение на производство работ по ликвидационному тампонированию выдают органы Министерства геологии УССР организациям, проводившим тампонирование. Отчет о тампонировании скважины сдается организации, выдавшей разрешение на ее производство, и бассейновому Госводуправлению, согласовавшему проект.

Общая схема тампонирования заключается в подготовке площадки у скважины, подвозке необходимого оборудования и материалов, монтаже оборудования, обследовании состояния скважины (спуске трубок для замера до забоя с одновременным удалением шлама промывкой, определении состояния обсадных колонн), в тампонировании крупным песком или мелким отсортированным гравием нижней части скважины до глубины залегания кровли самого нижнего из вскрытых скважиной водоносных горизонтов. Это необходимо для сохранения и восстановления естественного движения подземных вод в водоносном горизонте. Для дезинфекции скважины песок или гравий закачивают в нее при помощи раствора хлорной извести с дозой активного хлора не менее 100 мг на 1 л воды.

В схему тампонирования входят: вырезка и подъем (если это возможно) части колонн труб, не соприкасающихся с горными породами; заполнение остальной части ствола глиняными шариками с поинтервальным (через 1—1,5 м) тампонированием либо заливка его цементом с добавкой мелкого песка до 30 % или другим тампонажным раствором до высоты на 1,25 м ниже дневной поверхности; срезка обсадных труб у дна шурфа, заливка дна шурфа слоем бетона толщиной 0,25 м (на сыром бетоне пишут номер, название скважины и ставят дату ликвидации); засыпка шурфа местным грунтом.

Заброшенные скважины неизвестной конструкции, частично заполненные различными предметами, ликвидируют после тщательного выполнения работ на устье, спуска кавернометра и печатей. При этом определяют глубину фактического забоя, количество обсадных колонн, наличие цементирования межтрубного пространства и глубину чистого пространства между колоннами. Нагнетанием воды в последнюю колонну, выходящую на поверхность, определяют наличие сообщения между колоннами и фильтрами через материалы нижней части скважины.

Если скважина поглощает воду при нагнетании, в нее закачивают под давлением свободного хлора не менее 100 мг/л в объеме 1—2 м^3 с продавливанием его водой в объеме, равном объему свободной части ствола скважины. После продавливания раствора хлорной извести колонны труб перфорируют (если это возможно), с тем чтобы обеспечить сообщение между колоннами. Затем под давлением заливают цемент, заполняя им скважину до глубины 1,25 м от поверхности земли, роют шурф, срезают колонну труб на глубину 1,25 м, на дне шурфа устраивают бетонную плиту.

При ликвидации скважины, расположенной в зоне влияния действующей скважины (в пределах ее депрессионной воронки), эксплуатируемый пласт, закрытый ликвидируемой скважиной, заливать цементом или трамбовать глиной не следует. Его необходимо затрамбовать промытым щебнем или гравием и заполнить скважину слоем утрамбованной глины (поставить глиняный мост). Остальную часть ликвидационных работ производят обычным порядком. Если водоносный пласт представлен крепкими горными породами, часть ствола в этом пласте разрешается оставлять незаполненной с изоляцией ее деревянной пробкой от верхней части, заполняемой цементом.

Скважины, расположенные в пределах воронки депрессии эксплуатируемой скважины, тампонируют при остановке работы этой скважины.

Тампонирование документируется в журнале, записи в котором ведутся ежедневно. Они должны отражать весь процесс ликвидации скважины, начиная с подготовительных работ. В этом же журнале ведется точный учет расхода материалов для тампонирования. На основании записей в журнале составляют отчет о тампонировании эксплуатационной скважины и акт о его производстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев В. С., Гаврилко В М., Гребенщиков В. Т.* Рекомендации по восстановлению производительности скважии реагентными методами. — М.: ВНИИВОДГЕО, 1975.— 96 с.
2. *Алексеев В. С., Гребенщиков В. Т.* Экономическое обоснование ремонтных работ на водозаборных и дренажных скважииах.— Экспресс-информ. ЦБНТИ Минводхоза ССР, 1975, сер. 3, вып. 6, с. 8—13
3. *Алексеев В. С., Гребенщиков В. Т., Астрова И. В.* Гидрогеологическое обоснование методов восстановления производительности скважии на воду.— В кн: Гидрогеология: Инженериая геология М.: ВИНИТИ, 1976, с. 92.
4. *Анатольевский П. А., Малоян А. В, Шпеиров О М.* Эксплуатация и ремонт водяных скважин.— М.: Гостоптехиздат, 1976.— 164 с.
5. *Беляков В. М., Папков В. А., Краснощеков Г. М.* Учебная книга мастера по бурению скважин на воду.— М.: Колос, 1976.— 318 с.
6. *Гаврилко В. М, Алексеев В. С.* Фильтры буровых скважин — М.: Недра, 1976.— 346 с.
7. *Гребенщиков В. Т.* Восстаиовление призводительиости скважин полиреагентами.— Экспресс-иноформ. ЦБНТИ Минвозхода СССР, 1976, сер. 3, вып. 4, с. 17—21.
8. *Гребенщиков В. Т., Андреев К. Н., Дашлов В В.* Способы регенерации скважин сельскохозяйственного водоснабжения и их периодичность на территории Башкирской АССР — Тр. ВНИИВОДГЕО, 1978, вып. 74, с. 71—81.
9. *Квашнин Г. П., Деревяных А. И.* Водозаборные скважины с гравийными фильтрами.— М.: Недра, 1981.— 216 с.
10. *Киселев О. К.* Повышение срока эксплуатацни водозаборных скважии.— М.: Колос, 1975.— 146 с.
11. *Морозов Э. А., Мерщий В. А.* Сооружение и эксплуатация водозаборных скважин — Киев: Будівельник, 1979 — 148 с.
12. *Морозов Э. А., Яковенко П. Н., Беседа Н. И.* Рациональное использоваиие и охрана подземных вод — Кнев: Будівельник, 1981.— 136 с.
13. Правила безопасности при геологоразведочиых работах / Мингео СССР.— М: Недра, 1972,— 76 с.
14. Правовая охрана природы в СССР / Под ред В. М. Петрова. — М.: Юрид. лит., 1976. — 382 с.
15. Рекомеидацин по импульсным методам восстановления производительиости скважин на воду / Под ред. К. С. Боголюбова — М.: ВНИИВОДГЕО, 1979.— 114 с.
16. Рекомендации по виброреагентному восстановлению производительности скважин / Под ред. В. С. Алексеева и В. В. Верстова.— М.: ВНИИВОДГЕО, 1980.— 130 с.
17. Руководство по проектированию сооружений для забора подземных вод / Под ред. Ф. М Бочевера и А. И. Арцеба.— М.: Стройиздат, 1978.— 210 с.
18. Справочник по эксплуатации и ремонту систем сельскохозяйственного водоснабжения / Под ред. Г. А. Волоховского.— М.: Россельхозиздат, 1982.— 224 с.
19. Скважинные насосные установки для воды: Каталог.— М.: ЦИНТИ Минхимнефтемаша СССР, 1978.— 46 с.
20. Справочиик по бурению скважни иа воду / Под ред. Д. И. Башкатова.— М: Недра, 1979.— 560 с.
21. *Сурепьяиц С. Я.* Эксплуатация водяиых скважии.— М.: Стройиздат, 1976.— 128 с.