

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ КРИОГЕННО-ГРАВИЙНОГО ФИЛЬТРА ПО СТВОЛУ БУРОВОЙ СКВАЖИНЫ

А.А. Кожевников, Р.Е. Дычковский, А.К. Судаков, Национальный горный университет, Украина

Приведены результаты стендовых исследований параметров технологии доставки экспериментального образца криогенно-гравийного фильтра на модели буровой скважины. Выполнен анализ и определена взаимосвязь параметров технологии транспортирования.

Актуальность и состояние проблемы. В буровых скважинах различного назначения на воду, нефть, газ и при подземном выщелачивании движение флюидов осуществляют: в прямом (из скважины), в обратном (в скважину), и реверсивном направлениях (скважины подземных хранилищ газа). На весь период действия скважины стенки ее в пределах продуктивного пласта должны быть устойчивыми. Это достигается установкой в скважине фильтра, назначение которого состоит в предохранении стенок скважин от обрушения и в очистке флюидов, поступающих на дневную поверхность от твердых примесей.

В зависимости от крупности частиц горной породы продуктивного пласта, конструкции фильтров могут применяться от самых простых – трубчатых с перфорацией или каркасно-стержневых до самых сложных – гравийных. Гравийные фильтры применяют в скважинах, когда продуктивный пласт представлен песками, причем если пески среднезернистые, то рекомендуется фильтр с однослойной гравийной обсыпкой, если пески мелкозернистые, то фильтр рекомендуется многослойный (двух- трехслойный).

Гравийные фильтры существуют двух конструкций и технологий изготовления. При первом варианте гравийный фильтр создается на дневной поверхности и в готовом виде опускается в скважину. Во втором варианте в скважину, после спуска каркаса фильтровой колонны доставляется рыхлый гравийный материал. Обе конструкции и технологии имеют свои достоинства и недостатки. Существенными недостатками этих технологий является их сложность и дороговизна выполнения технологических операций.

Эта проблема является актуальной при организации хозяйственно-питьевого водоснабжения, как в Украине, так и во всем мире. Еще никогда проблема питьевой воды не стояла перед человечеством так остро, как в последние годы. В ознаменование официального признания значения водных проблем Генеральная Ассамблея ООН провозгласила период 2005—2015 годов международным десятилетием «Вода для жизни».

Проблема питьевой воды в мире приобретает все большую остроту. Это связано с тем, что практически все пресные источники стали в той или иной степени загрязненными продуктами жизнедеятельности человека.

Выход один – бурение гидрогеологических скважин. Более 60% скважин на воду создаются в водоносных горизонтах, представленных рыхлыми отложениями.

Решению этой крупной и актуальной научной проблемы, состоящей в научном обосновании параметров эффективной технологии создания гравийных фильтров буровых скважин, водоприемная часть которых представлена тонкозернистыми песками, имеющей важное практическое значение, и посвящена настоящая работа.

Целью статьи является сравнение результатов экспериментальных стендовых исследования влияния параметров технологии транспортировки криогенно-гравийного фильтра (КГФ) по стволу скважины на глубину его спуска.

Изложение основного материала. Методика проведения стендовых исследований приведена в [1].

При проведении стендовых исследований технологии транспортировки криогенно-гравийного элемента (КГЭ) фильтра по стволу буровой скважины моделировались самые сложные условия спуска КГФ, характеризующиеся:

- низкой скоростью транспортировки КГФ по стволу скважины;

- использованием укороченных надфильтровых труб, с проведением СПО «на вынос».

Результаты стендовых исследований экспериментальных образцов КГЭ фильтра приведены в [2], которые показали, что глубина транспортировки зависит от условий теплообмена, на который влияют:

- массовая концентрация минераловязущего вещества;
- масса криогенно-гравийной секции (КГС) фильтра;
- скорость спуска КГФ по стволу скважины;
- температура скважинной жидкости;
- состояние башмака фильтровой колонны.

Для выявления взаимосвязи технологических факторов, влияющих на глубину транспортировки КГФ выполнено сравнение результатов стендовых исследований, параметров технологии транспортирования экспериментальных образцов КГЭ фильтра по стволу буровой скважины (табл. 1-3), которые получены при:

- различных состояниях башмака фильтровой колонны в зависимости от температуры скважинной жидкости (табл. 1). Цветом выделены результаты взятые за базу сравнения. При анализе установлено, что при транспортировке КГФ с закрытым башмаком не зависимо от температуры скважинной жидкости максимальная глубина транспортировки в $0,2 \div 0,5$ раза больше чем с открытым башмаком. Максимальная глубина установки КГФ находится в диапазоне от 127,4 до 231,0 м ниже статического уровня скважинной жидкости, что на $7,0 \div 30$ м и примерно на 13% больше чем с открытым. Это объясняется тем, что: увеличении проходного сечения потока скважинной жидкости, при использовании открытого башмака, а следовательно гидродинамическое воздействие скважинной жидкости имеет второстепенное значение; при транспортировке КГФ по стволу скважин в водной среде с закрытым башмаком теплообменные процессы протекают на наружной (при изолированной внутренней) контактной поверхности;

- различных значениях температуры скважинной жидкости (табл. 2). В ходе проведения эксперимента, температура скважинной жидкости при транспортировке КГЭ по стволу скважины поддерживалась постоянной. В реальных скважинных условиях температура скважинной жидкости повышается на величину геотермической ступени. Как показали результаты анализа гидрогеологической обстановки на территории Украины температура скважинной жидкости изменяется в широких пределах от $+1^{\circ}\text{C} \dots +2^{\circ}\text{C}$ при незначительных глубинах в Закарпатской складчатой гидрогеологической области до $+65^{\circ}\text{C} \dots +48^{\circ}\text{C}$ при глубинах 1500÷2000 м в Днепровско-Донецком артезианском бассейне и Донецкой складчатой гидрогеологической области [3-4]. Таким образом скважинные исследования проводились при фиксированных средних температурах скважинной жидкости $t_{\text{с}}=+5^{\circ}\text{C}$ и $t_{\text{с}}=+17^{\circ}\text{C}$, т.е. для реальных условиях при температуры скважинной жидкости от $+1^{\circ}\text{C}$ при незначительных глубинах в зимний период до $+33^{\circ}\text{C}$ при глубине оборудования водоприемной части скважины более 1000 метров ниже статического уровня скважинной жидкости. За базу сравнения приняты результаты глубины транспортировки КГЭ по стволу скважины при $t_{\text{с}}=+5^{\circ}\text{C}$. Анализ показал, что транспортировка КГФ в водной среде при температуре скважинной жидкости $t_{\text{с}}=+5^{\circ}\text{C}$ приводит к существенному увеличению максимальной глубины его спуска по сравнению с температурой жидкости $t_{\text{с}}=+17^{\circ}\text{C}$. Так при средней температуре скважинной жидкости $t_{\text{с}}=+5^{\circ}\text{C}$ максимальная глубина транспортировки КГФ на $62 \div 88$ м, на $30,8\% \div 23,8\%$ или на $0,4 \div 1,3$ раза больше чем при аналогичных условиях, но при $t_{\text{с}}=+17^{\circ}\text{C}$;

- различных подачах насоса, т.е. скоростях спуска КГФ по стволу скважины (табл. 3) и концентрации минераловязущего. При анализе влияния скорости спуска КГФ по стволу скважины базой сравнения являются результаты полученные при подаче насоса 88 л/мин, т.е. $U_{\text{КГФ}}=0,05$ м/с. В результате анализа показано, что при четырехкратном увеличением скорости спуска КГФ по стволу скважины увеличение максимальной глубины при незначительных массовых концентрация желатина не

Таблица 1. Сравнение результатов стендовых исследований технологии транспортировки экспериментального образца КГЭ полученных при различном состоянии башмака и температуре скважинной жидкости $t_в=+5^0C$

Время, с			Скорость спуска КГФ, $U_{КГФ}$, м/с	Массовая концентрация желатина, $C_{ж}$, %	Эквивалентная длина КГС, м	Среднее значение глубины транспортировки КГЭ по стволу скважины		Результаты сравнения столбцов 7 с 8	
паузы подачи насоса (время наращивания инструмента) $t_{паузы}$	подачи насоса (время спуска КГФ), $t_{подачи}$	Цикла $t_{ц}$				с закрытым башмаком (база сравнения)	с открытым башмаком	$\pm \Delta$, м	$\pm \Delta$ %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
120	40	160	0,05	2	1	17,3	21,6	-4,3	-25,0
					2	15,1	15,1	0,0	0,0
					3	10,8	8,6	2,2	20,0
				3,5	1	19,4	17,3	2,2	11,1
					2	13,0	15,1	-2,2	-16,7
					3	13,0	13,0	0,0	0,0
				5	1	64,8	60,5	4,3	6,7
					2	56,2	36,7	19,4	34,6
					3	19,4	17,3	2,2	11,1
				10	1	127,4	110,2	17,3	13,6
					2	86,4	56,2	30,2	35,0
					3	28,1	19,4	8,6	30,8
120	20	140	0,11	2	1	15,4	13,2	2,2	14,3
					2	15,4	11,0	4,4	28,6
					3	11,0	8,8	2,2	20,0
				3,5	1	28,6	22,0	6,6	23,1
					2	22,0	17,6	4,4	20,0
					3	24,2	11,0	13,2	54,5
				5	1	77,0	59,4	17,6	22,9
					2	44,0	33,0	11,0	25,0
					3	26,4	17,6	8,8	33,3
				10	1	167,2	160,6	6,6	3,9
					2	125,4	94,6	30,8	24,6
					3	33,0	24,2	8,8	26,7
120	10	130	0,22	2	1	17,6	15,4	2,2	12,5
					2	13,2	11,0	2,2	16,7
					3	8,8	8,8	0,0	0,0
				3,5	1	37,4	35,2	2,2	5,9
					2	28,6	30,8	-2,2	-7,7
					3	15,4	15,4	0,0	0,0
				5	1	92,4	72,6	19,8	21,4
					2	55,0	41,8	13,2	24,0
					3	33,0	24,2	8,8	26,7

Время, с			Скорость спуска КГФ, $U_{КГФ}$, м/с	Массовая концентрация желатина, $C_{ж}$, %	Эквивалентная длина КГС, м	Среднее значение глубины транспортировки КГЭ по стволу скважины		Результаты сравнения столбцов 7 с 8	
паузы подачи насоса (время наращивания инструмента) $t_{паузы}$	подачи насоса (время спуска КГФ), $t_{подачи}$	Цикла $t_{ц}$				с закрытым башмаком (база сравнения)	с открытым башмаком	$\pm \Delta$, м	$\pm \Delta$ %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
				10	1	231,0	200,2	30,8	13,3
					2	149,6	118,8	30,8	20,6
					3	37,4	28,6	8,8	23,5

Таблица 2. Сравнение результатов стендовых исследований технологии транспортировки экспериментального образца КГЭ при разных значениях температуры скважинной жидкости

Время, с			$U_{КГФ}$, м/с	Массовая концентрация желатина, $C_{ж}$, %	Масса эквивалентного груза, Н	Эквивалентная длина КГС, м	С закрытым башмаком				С открытым башмаком						
$t_{паузы}$	$t_{подачи}$	$t_{ц}$					Среднее значение		Результаты сравнения столбцов 8 с 9		Среднее значение		Результаты сравнения столбцов 12 с 13				
1	2	3	4	5	6	7	глубины транспортировки КГЭ по стволу скважины при $t_e = +5^{\circ}C$ (база сравнения)	глубины транспортировки КГЭ по стволу скважины при $t_e = +17^{\circ}C$	$\pm \Delta$, м	$\pm \Delta$ %	глубины транспортировки КГЭ по стволу скважины при $t_e = +5^{\circ}C$ (база сравнения)	глубины транспортировки КГЭ по стволу скважины при $t_e = +17^{\circ}C$	$\pm \Delta$, м	$\pm \Delta$ %			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
120	40	160	0,05	2	24 0	1	17,3	10,8	10,8	37,5	21,6	10,8	10,8	50,0			
					54 0	2	15,1	4,3	18,0	71,4	15,1	8,6	6,5	42,9			
					84 0	3	10,8	4,3	10,8	60,0	8,6	4,3	4,3	50,0			
				3, 5	54 0	2	24 0	1	19,4	19,4	0,0	0,0	17,3	19,4	-2,2	-	12,5
							54 0	2	13,0	15,1	-3,6	16,7	15,1	13,0	2,2	14,3	
							84 0	3	13,0	8,6	7,2	33,3	13,0	8,6	4,3	33,3	
				5	24 0	1	64,8	30,2	57,6	53,3	60,5	17,3	43,2	71,4			

Время, с			$U_{КГФ}$, м/с	Массовая концентрация желатина, $C_{жс}$, %	Масса эквивалентного груза, Н	Эквивалентная длина КГС, м	С закрытым башмаком				С открытым башмаком			
$t_{паузы}$	$t_{подачи}$	$t_{ц}$					Среднее значение		Результаты сравнения столбцов 8 с 9		Среднее значение		Результаты сравнения столбцов 12 с 13	
							глубины транспортировки КГЭ по стволу скважины при $t_e=+5^0C$ (база сравнения)	глубины транспортировки КГЭ по стволу скважины при $t_e=+17^0C$	$\pm \Delta$, м	$\pm \Delta$ %	глубины транспортировки КГЭ по стволу скважины при $t_e=+5^0C$ (база сравнения)	глубины транспортировки КГЭ по стволу скважины при $t_e=+17^0C$	$\pm \Delta$, м	$\pm \Delta$ %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
				10	54 0	2	56,2	21,6	57,6	61,5	36,7	8,6	28,1	76,5
					84 0	3	19,4	10,8	14,4	44,4	17,3	6,5	10,8	62,5
					24 0	1	127,4	103,7	39,6	18,6	110,2	86,4	23,8	21,6
					54 0	2	86,4	23,8	104,4	72,5	56,2	15,1	41,0	73,1
					84 0	3	28,1	13,0	25,2	53,8	19,4	10,8	8,6	44,4
					24 0	1	15,4	11,0	7,2	28,6	13,2	8,8	4,4	33,3
120	20	140	0,11	2	54 0	2	15,4	4,4	18,0	71,4	11,0	4,4	6,6	60,0
					84 0	3	11,0	4,4	10,8	60,0	8,8	4,4	4,4	50,0
					24 0	1	28,6	17,6	18,0	38,5	22,0	15,4	6,6	30,0
				3,5	54 0	2	22,0	11,0	18,0	50,0	17,6	11,0	6,6	37,5
					84 0	3	24,2	8,8	25,2	63,6	11,0	8,8	2,2	20,0
					24 0	1	77,0	33,0	72,0	57,1	59,4	15,4	44,0	74,1
				5	54 0	2	44,0	15,4	46,8	65,0	33,0	8,8	24,2	73,3
					84 0	3	26,4	11,0	25,2	58,3	17,6	6,6	11,0	62,5
					24 0	1	167,2	154,0	21,6	7,9	160,6	121,0	39,6	24,7
				10	54 0	2	125,4	110,0	25,2	12,3	94,6	81,4	13,2	14,0
					84 0	3	33,0	13,2	32,4	60,0	24,2	11,0	13,2	54,5

Время, с			$U_{КГЭ}$, м/с	Массовая концентрация желатина, $C_{жс}$, %	Масса эквивалентного груза, Н	Эквивалентная длина КГС, м	С закрытым башмаком				С открытым башмаком				
$t_{паузы}$	$t_{подачи}$	$t_{ц}$					Среднее значение		Результаты сравнения столбцов 8 с 9		Среднее значение		Результаты сравнения столбцов 12 с 13		
							глубины транспортировки КГЭ по стволу скважины при $t_e=+5^0C$ (база сравнения)	глубины транспортировки КГЭ по стволу скважины при $t_e=+17^0C$	$\pm A$, м	$\pm \Delta$ %	глубины транспортировки КГЭ по стволу скважины при $t_e=+5^0C$ (база сравнения)	глубины транспортировки КГЭ по стволу скважины при $t_e=+17^0C$	$\pm A$, м	$\pm \Delta$ %	
															8
120	10	130	0,22	2	240	1	17,6	6,6	17,5	62,5	15,4	6,6	8,8	57,1	
					540	2	13,2	4,4	14,0	66,7	11,0	6,6	4,4	40,0	
					840	3	8,8	4,4	7,0	50,0	8,8	4,4	4,4	50,0	
					3,5	240	1	37,4	24,2	21,0	35,3	35,2	22,0	13,2	37,5
						540	2	28,6	13,2	24,5	53,8	30,8	13,2	17,6	57,1
						840	3	15,4	8,8	10,5	42,9	15,4	11,0	4,4	28,6
					5	240	1	92,4	17,6	119,0	81,0	72,6	19,8	52,8	72,7
						540	2	55,0	15,4	63,0	72,0	41,8	13,2	28,6	68,4
						840	3	33,0	11,0	35,0	66,7	24,2	8,8	15,4	63,6
				10	240	1	231,0	176,0	87,5	23,8	200,2	138,6	61,6	30,8	
					540	2	149,6	33,0	185,5	77,9	118,8	22,0	96,8	81,5	
					840	3	37,4	13,2	38,5	64,7	28,6	13,2	15,4	53,8	

Таблица 3. Сравнение результатов стендовых исследований технологии транспортировки экспериментального образца КГЭ полученных при $t_e=+5^0C$ и различной подачи насоса

Время, с	$U_{КГЭ}$ м/с	центр ация желатина	валя е нтно	я длин	С закрытым башмаком	С открытым башмаком
----------	------------------	---------------------------	-------------------	-----------	------------------------	------------------------

$t_{\text{посуды}}$	$t_{\text{подачи}}$	$t_{\text{ц}}$				Среднее значение глубины транспортировки КГЭ	$\pm \Delta$ %	Среднее значение глубины транспортировки КГЭ	$\pm \Delta$ %	
120	40	160	0,05	2	240	1	17,3	100	21,6	100
					540	2	15,1	100	15,1	100
					840	3	10,8	100	8,6	100
				3,5	240	1	19,4	100	17,3	100
					540	2	13	100	15,1	100
					840	3	13	100	13	100
				5	240	1	64,8	100	60,5	100
					540	2	56,2	100	36,7	100
					840	3	19,4	100	17,3	100
				10	240	1	127,4	100	110,2	100
					540	2	86,4	100	56,2	100
					840	3	28,1	100	19,4	100
120	20	140	0,11	2	240	1	15,4	89,0	13,2	61,1
					540	2	15,4	102,0	11	72,8
					840	3	11	101,9	8,8	102,3
				3,5	240	1	28,6	147,4	22	127,2
					540	2	22	169,2	17,6	116,6
					840	3	24,2	186,2	11	84,6
				5	240	1	77	118,8	59,4	98,2
					540	2	44	78,3	33	89,9
					840	3	26,4	136,1	17,6	101,7
				10	240	1	167,2	131,2	160,6	145,7
					540	2	125,4	145,1	94,6	168,3
					840	3	33	117,4	24,2	124,7
120	10	130	0,22	2	240	1	17,6	101,7	15,4	71,3
					540	2	13,2	87,4	11	72,8
					840	3	8,8	81,5	8,8	102,3
				3,5	240	1	37,4	192,8	35,2	203,5
					540	2	28,6	220,0	30,8	204,0
					840	3	15,4	118,5	15,4	118,5
				5	240	1	92,4	142,6	72,6	120,0
					540	2	55	97,9	41,8	113,9
					840	3	33	170,1	24,2	139,9
				10	240	1	231	181,3	200,2	181,7
					540	2	149,6	173,1	118,8	211,4
					840	3	37,4	133,1	28,6	147,4

происходит. Повышение массовой концентрации минераловязущего более 3,5% приводит к ее увеличению в 1,2...2,2 раза.

Подводя итог анализу данных приведенных в табл. 1-3 можно заключить, что:

- длина спуска (максимальная глубина транспортировки КГФ по стволу скважины) зависит от условий теплообмена: концентрации вяжущего; массы КГС; скорости спуска КГФ по стволу скважины; температуры скважинной жидкости; состояния башмака фильтровой колонны:

- длина спуска прямо пропорционально зависит от скорости спуска КГФ по стволу скважины;

- увеличение скорости спуска КГФ по стволу скважины КГЭ с массовой концентрацией желатина 2-5% в большинстве случаев не приводит к увеличению длины оборудования буровой скважины. Увеличение длины характерно для КГЭ с массовой концентрацией желатина более 5%;

- на максимальную длину спуска КГФ существенное влияние оказывает температура скважинной жидкости. Так при сохранении параметров транспортировки КГФ по стволу скважины, возможно, увеличить ее максимальную длину оборудования в среднем в 2-3 раза.

Так же в стендовых условиях была предпринята попытка установления влияния длины свечи на максимальную длину спуска, результаты которой приведены в табл. 4.

Таблица 4. Результаты стендовых исследований технологии транспортировки 2 метровых КГС на фильтровой колонне с закрытым башмаком по стволу скважины в водной среде при $t_g=+17^0C$

Насос		Время, с			$U_{КГФ}$, м/с	Массовая концентрация желатина, $C_{ж}$, %	Среднее значение		Среднеквадратическое отклонение, м	Коэффициент вариации V , %	Относительная ошибка ρ , %
Тип насоса	Q , л/мин	$t_{назв}$	$t_{подачи}$	$t_{ц}$			количество циклов	длины спуска			
НБ- 5	88	120	200	320	0,05	3,5	4	40,0	0,58	1,9	0,4
						5	5	50,0	0,00	0,00	0,00
НБ- 5	180	120	90	210	0,11	3,5	3	30,0	0,58	1,9	0,4
						5	5	50,0	0,58	1,9	0,4

С этой целью были выбраны средние значения длины КГС, скорости спуска КГФ. Время подачи насосом промывочной жидкости увеличено в 4,5-5 раз по сравнению с предшествующими результатами, что привело к увеличению времени цикла до 320 с при подачи насоса 88 л/мин и 210 с при 180 л/мин соответственно. При скорости обтекания скважинной жидкости равной 0,05 м/с и 0,11 м/с длина свечи составила 10 м.

В результате увеличения времени транспортировки по стволу скважины за счет увеличения длины свечи в 5 раз, при сохранении неизменным времени наращивания бурильных труб, позволит увеличить длину спуска примерно в 3 раза. Так при:

- массовой концентрации 3,5% длина спуска увеличилась на 27 м, с 13 м до 40 м при подаче насоса 88 л/мин и на 19 м, с 11 м до 30 м при 180 л/мин;

- массовой концентрации 5% длина спуска увеличилась на 41,2 м, с 8,8 м до 50 м, при подаче насоса 88 л/мин и 180 л/мин.

Следовательно, существенным фактором для увеличения глубины оборудования КГФ буровых скважин является увеличение длины свечи бурильных труб.

Выводы. В результате анализа результатов стендовых исследований технологии транспортировки КГФ в водоприемную часть буровой скважины установлены технологические факторы, которые в наибольшей степени влияют на длину максимального интервала транспортировки КГФ по стволу скважины. Показано, что увеличение скорости

спуска, длины свечи, массовой концентрации минераловязущего при понижении температуры скважинной жидкости является резервом существенного увеличения глубины оборудования КГФ продуктивных горизонтов буровых скважин.

Литература

1. Кожевников А.А. Новое направление создания гравийных фильтров гидрогеологических скважин / А.А. Кожевников, А.К. Судаков // Природные ресурсы. – Минск: 2013. – №2. – С. 93 – 99.
2. Кожевников А.А. Результаты стендовых исследований влияния параметров технологии транспортирования криогенно-гравийного фильтра по стволу буровой скважины на глубину его спуска / А.А. Кожевников, Р.Е. Дычковский, А.К. Судаков // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: сб. науч. труд. – 2014. – Вып. 17.
3. Рубан С. А. Гідрогеологічні оцінки та прогнози режиму підземних вод України / С.А. Рубан, М.А. Шинкаревський. – К.: УкрДГРІ, 2005. – 572 с.
4. Гидрогеология СССР. Украинская ССР. / [Под ред. Ф.А. Руденко]. – М.: Недра, 1971. – Т. 5. – 614 с.

МЕХАНИКА РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД КОМБИНИРОВАННЫМИ ШАРОШЕЧНО-ЦЕПНЫМИ ДОЛОТАМИ

А.Н. Давиденко, А.А. Игнатов, В.А. Ткаченко, Национальный горный университет, Украина

Обобщены основные особенности конструктивных решений в комбинированном шарошечно-цепном долоте. Показаны преимущества, область применения и решения геолого-технологических задач бурения скважин при использовании проектируемого инструмента. Детально рассмотрены особенности механики разрушения горных пород рассматриваемыми долотами.

Введение. Успешное развитие экономики Украины невозможно без мощной минерально-сырьевой базы, для создания которой необходимо увеличение объемов и производительности основного вида геологоразведочных работ – бурения скважин.

Производственный цикл бурения скважин различного назначения состоит из большого количества трудоемких, энергоемких, сложных и дорогостоящих процессов: разрушения горной породы на забое; удаления разрушенной породы из-под торца породоразрушающего инструмента и транспортирования ее на поверхность; поддержания стенок скважины в устойчивом состоянии; спуска и подъема бурового инструмента. Последний названный вид операций производственного цикла сооружения скважин является самым продолжительным по времени, а кроме того и в достаточной степени трудоемким.

Анализ опыта бурения скважин различного назначения показал, что высокие технико-экономические показатели отдельных процессов и всего цикла в целом могут быть достигнуты, в частности, при использовании породоразрушающего инструмента высокой стойкости и обладающего значительным ресурсом работы на забое.

Целью настоящей работы является рассмотрение конструктивных параметров комбинированного шарошечно-цепного дискового долота и особенностей механики его работы на забое скважины.

Основной материал. Конструктивные и иные особенности породоразрушающего инструмента во многом определяются глубиной скважины и ее назначением. Из всей номенклатуры породоразрушающего инструмента для проходки скважин различного назначения