

М. О. МУСАБАЕВ, В. ПОВЕЛИЦЫН, Б. ТЕЛЬКАРАЕВ

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ЖЕСТКОГО ОТРАЖАТЕЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ВОЛН ПО-76

Производственные испытания опытных образцов погружного жесткого отражателя ПО-76 проводились в соответствии с программой и методикой испытаний с целью определения соответствия опытных образцов техническому заданию, технико-экономических показателей, показателей надежности и решения вопроса о возможности принятия опытных образцов к серийному производству и внедрению.

При испытаниях отражателя ПО-76 выбирались два различных по геолого-техническим условиям объекта – Жайремская ГРЭ ПГО «Центрказгеология» и номерные экспедиции ПГО «Степгеология».

Общий объем бурения на испытаниях составил 3871 м, в том числе с применением отражателя ПО-76 – 1860,5 м и без отражателя – 2011 м.

Объем бурения по двум районам испытаний, а также распределение объемов бурения базовой и новой техникой приводятся в табл. 1.

По геолого-техническим условиям породы в интервалах бурения были представлены: в Жайремской ГРЭ ПГО «Центрказгеология» – аргиллитами, песчаниками, различными по составу и структуре известняками IX-IX категории буримости, в ГРЭ-92 и ГРЭ-37 – базальтами, песчаниками и конгломератами IX-XI категории буримости. Угол заложения скважин составлял 90° по Жайремской ГРЭ и 85° по ГРЭ-92 и ГРЭ-37. Конструкция всех скважин однотипна: вначале бурение велось твердосплавными или алмазными коронками Ø93 мм в интервале 20–120 м, далее Ø76 мм, с применением базовой и новой техники.

Таблица 1. Распределение объемов гидроударного бурения с отражателем ПО-76 и без него по районам работ

Районы испытаний	№ агрегата	№ скважины	Интервал бурения, м		Объем бурения, м	
			от	до	без ПО-76	с ПО-76
Жайремская ГРЭ	6	9247	1160,9	1215,2	19,0	35,0
Каражальская ГРП	11	1051	132,5	381,3	118,0	130,0
Каражальская ГРП	17	1050	69,9	681,3	195,5	238,5
Каражальская ГРП	18	1115 ⁶	380,0	637,4	109,0	142,0
Каражальская ГРП	19	1117	90,0	377,2	151,0	132,0
Каражальская ГРП	21	1031 ⁶	410,7	701,3	122,3	88,0
ГРЭ-92	6	3851	28,7	683,0	458,0	196,0
ГРЭ-92	16	3880	445,9	672,0	75,2	151,1
ГРЭ-92	16	3852	30,6	726,5	308,2	386,7
ГРЭ-92	16	3853	90,0	599,0	269,9	236,1
ГРЭ-37	2	1161	214,8	548,3	185,2	126,1
Всего					2011,0	1860,5

На испытаниях бурение скважин проводилось с применением следующего оборудования, инструмента, техники и контрольно-измерительных приборов: станков ЗИФ 1200 МР, ЗИФ 1200 МРК, ЗИФ 650 М; насосов 11 ГР, НБ 320/63, НБ-50; вышек ВРМ-24, мачт МРУГУ-3; полуавтоматических элеваторов МЗ-50/80, трубозаворотов РТ-1200, бурильных труб муфтово-замкового соединения диаметром 50 мм (МЗ-50) и труб ниппельного соединения НПП-50 (в случае отсутствия МЗ-50); гидроударников Г-76У и Г-7; твердосплавных коронок КГ-3-76 и ГПИ-74 МВ

магнитоупругих компенсационных измерителей нагрузки МКН-2; самописцев-ваттметров Н-348 и Н-395; расходомеров электромагнитных ЭМР-2; измерителей частоты гидроударов ИЧ-1, манометров ОБМГнІ-100. По программе испытаний была предусмотрена специальная методика, сущность которой заключается в следующем.

Бурение скважин гидроударной машиной Г-76У проводилось чередованием рейсов: 1–2 рейса с отражателем и столько же без него. Технические средства для гидроударного бурения систематически осматривались, при наличии дефектов и

отклонения от норм гидроударники и технические средства к испытаниям не допускаются. Критерием окончания рейса считается равномерное снижение механической скорости бурения до 1/3 от начальной. Причина окончания рейса, связанная не со снижением скорости, а с заполнением колонковой трубы керном или из-за технических неисправностей (отказ гидроударника, поломка коронки, ремонт насоса, самозаклинка керна и пр.), тщательно фиксировалась в хронокартах и журналах учета. Осмотры и проверка технических средств и отражателей ПО-76 проводились с участием представителей КазИМСа и организацией, проводившей испытания. Проводился круглосуточный хронометраж или учет по КИПиА с целью обеспечения необходимого объема наблюдения над механической скоростью и проходкой за рейс. Оформлялся буровой журнал, где были фиксированы: тип гидроударника, компоновка машин (с ПО-76 или без него), марка коронки и время простоя с указанием причины. По диаграммам самопишущих приборов определялся баланс рабочего времени. Проходка и режимные параметры фиксировались через равные интервалы бурения. Величина интервалов проходки соразмерна ходу шпинделя станка и равна 500 или 600 мм.

Наработку на отказ (средней межремонтный период) для отражателя определяют по формуле

$$T = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i,$$

где t_i – интервал времени между двумя ремонтами, переборками отражателя; n – общее число ремонтов и переборок отражателя.

Среднее время восстановления определяют так

$$T_e = \frac{1}{n} \sum_i t_i,$$

где t_i – время на ремонт, переборку и регулировку i -го отказа отражателя; n – общее число ремонтов, переборок и т.п.

Для оценки основных технико-экономических показателей бурения гидроударниками Г-76 и Г-7 как базы сравнения и бурение с теми же гидроударниками в компоновке с отражателями ПО-76, со стандартной регулировкой – объекта испытаний, выделялись четыре показателя, а именно механическая скорость бурения, проход-

ка за рейс, скорость бурения на станко-смену (сменная производительность) и эффективная глубина применения новой техники.

Для достоверности результатов обработки данные испытаний сгруппированы по крепости пород и разделены по интервалам с шагом от 100 до 200 м, при этом количество наблюдений составляет не менее 20.

Результаты испытаний отражателя по технико-экономическим показателям приведены в табл. 2–7. Полученные в процессе испытаний данные были подвергнуты математической обработке.

Оценка показателей надежности жесткого отражателя (среднего ресурса, наработка на отказ, среднего времени восстановления и комплектации отражателя запасными частями) проводилась согласно требованиям технических условий и программе испытаний по сумме данных эксплуатации опытных образцов отражателя, внесенных в накопительные ведомости и журналы учета неисправностей.

Результаты испытаний по основным показателям следующие.

В Жайремской ГРЭ по показателю «механическая скорость» коэффициент роста K_p (далее по тексту « K_p ») составил от 1,16 до 1,76 и на глубине свыше 1100 м – до 5,67 (см. табл. 2).

В ГРЭ-92 и ГРЭ-37 по показателю «механическая скорость» K_p составил от 1,19 до 1,53. При этом, за исключением интервала 0–200 м ($K_p = 1,03$), везде разница существенна (см. табл. 3).

По показателю «проходка за рейс» в Жайремской ГРЭ, за исключением интервалов 200–300 м (IX–X кат.), 200–300 м (XI кат.) и 300–400 м (XI кат.), во всех интервалах K_p колебался от 1,16 до 1,74, а на глубине 1160–1215 м значение K_p доходило до 5,57 (см. табл. 4).

В ГРЭ-92 по показателю «проходка за рейс» K_p колебался от 1,16 до 2,08 (см. табл. 4).

В ГРЭ-37 по обоим интервалам разница существенна и K_p составляет 1,21; 1,29 (см. табл. 4).

В табл. 5 и 6 приводится обобщенная оценка по двум районам испытаний. По показателям «механическая скорость» и «проходка за рейс» получены следующие результаты: по механической скорости в Жайремской ГРЭ $K_p = 1,5$; в ГРЭ-92 и ГРЭ-37 $K_p = 1,31$. По проходке за рейс в Жайремской ГРЭ $K_p = 1,2$, а в ГРЭ-92 и ГРЭ-37 $K_p = 1,47$.

Таблица 2. Результаты обработки и оценки данных испытаний отражателя ПО-76 в Жайремской ГРЭ по показателю «механическая скорость»

Интервал бурения и категория пород	Объем наблюдений, м		Средневзвешенная скорость бурения, м/ч		Существенность различия в показателе ПО-76 и без ПО-76 по критерию	Взвешенное табличное значение для распределения коэфф. Стьюдента	Коэффициент роста показателя K_p
	без ПО-76	с ПО-76	без ПО-76	с ПО-76			
0-200	109,99	87,88	2,19	2,54	2,482	1,482	1,16
200-300	68,77	96,56	2,18	2,84	3,901	1,320	1,30
IX-X							
200-300	40,78	40,39	1,28	2,0	4,752	1,352	1,57
XI							
300-400	57,72	82,65	1,89	2,89	5,450	1,309	1,53
IX-X							
300-400	32,94	50,06	1,24	1,61	2,584	1,329	1,31
XI							
400-500	26,45	63,91	1,12	1,97	7,321	1,356	1,76
IX-X							
400-500	38,55	43,77	0,88	1,22	5,230	1,339	1,39
XI							
500-600	18,89	39,06	1,06	1,61	7,610	1,356	1,52
IX-X							
500-600	14,41	25,76	1,39	2,26	2,410	1,456	1,63
XI							
600-700	42,73	83,53	1,14	1,65	4,311	1,315	1,45
1160-1214	2,36	14,69	0,33	1,87	14,751	1,413	5,67

Таблица 3. Результаты обработки и оценки данных испытаний отражателя ПО-76 в ГРЭ-92 и ГРЭ-37 по показателю «механическая скорость»

Интервал бурения и категория пород	Объем наблюдений, м		Средневзвешенная скорость бурения, м/ч		Существенность различия в показателе ПО-76 и без ПО-76 по критерию	Взвешенное табличное значение для распределения коэфф. Стьюдента	Коэффициент роста показателя K_p
	без ПО-76	с ПО-76	без ПО-76	с ПО-76			
ГРЭ-92							
0-200	64,4	59,77	3,78	3,9	0,382	1,386	1,03
200-400	113,58	60,65	1,56	1,85	2,627	1,311	1,19
400-600	123,63	206,8	1,45	1,80	4,854	1,282	1,24
600-730	21,03	78,08	1,12	1,71	3,229	1,353	1,53
ГРЭ-37							
200-400	59,66	53,03	2,07	2,78	3,082	1,331	1,34
400-600	29,5	35,29	1,91	2,49	3,316	1,359	1,30

Сменная производительность от применения отражателя рассчитана по методике ВИЭМСа. В табл. 7 приводятся данные расчетов. Повышение производительности по «Степгеологии» – 20,5 % и по «Центрказгеологии» – 24,1 %.

Определение эффективной глубины применения отражателя проводилось в условиях Жайремской ГРЭ на глубине 1160–1215 м. В указанном интервале глубины отмечались неустойчивая работа и затрудненный запуск базовой

техники, а также крайне низкая механическая скорость (см. табл. 2). Поэтому в дальнейшем бурение проводилось только с применением отражателя, при этом показатели бурения оставались высокими.

На этапе предварительных испытаний было выявлено, что от герметичности зависит работоспособность самого отражателя. Значительная потеря волновой энергии, как оказалось, происходит в тупике отражателя. Поэтому для герме-

Таблица 4. Результаты обработки и оценки данных испытаний отражателя ПО-76 по показателю «проходка за рейс»

Интервал бурения и категория пород	Проходка за рейс, м		Критерий, определяющий существенность различия показателя с ПО-76 и без ПО-76	Взвешенное табличное значение для распределения коэфф. Стьюдента	Коэффициент роста показателя K_p
	без ПО-76	с ПО-76			
Жайремская ГРЭ ПГО «Центрказгеология»					
0-200	2,90	3,74	3,236	1,289	1,29
200-300	3,24	3,65	1,241	1,319	1,13
IX-X					
200-300	2,58	2,96	0,862	1,347	1,14
XI					
300-400	2,88	3,35	1,648	1,327	1,16
IX-X					
300-400	2,57	2,77	0,550	1,335	1,08
XI					
400-500	2,37	3,49	2,493	1,356	1,47
IX-X					
400-500	2,25	2,74	1,714	1,335	1,22
XI					
500-600	2,13	3,29	2,266	1,387	1,50
IX-X					
500-600	2,4	4,03	2,360	1,376	1,74
XI					
600-700	2,33	3,08	2,186	1,326	1,32
1160-1214	0,42	2,34	7,538	1,401	5,57
ГРЭ-92 ПГО «Степгеология»					
0-200	8,08	0,08	–	–	1,0
200-400	5,3	6,4	2,214	1,282	1,21
400-600	4,78	5,53	2,091	1,298	1,16
600-730	2,28	4,75	3,834	1,346	2,08
ГРЭ-37 ПГО «Степгеология»					
200-400	3,04	3,69	1,881	1,3263	1,21
400-600	2,52	3,25	1,824	1,3381	1,29

Таблица 5. Обобщенная оценка результатов испытаний погружного жесткого отражателя ПО-76 ПГО «Центрказгеология» и «Степгеология» по показателю «механическая скорость»

Количество наблюдений (рейсов)		Средневзвешенная скорость бурения, м/ч		Существенность различия в показателе ПО-76 и без ПО-76 по критерию	Взвешенное табличное значение для распределения коэфф. Стьюдента	Коэффициент роста показателя K_p
без ПО-76	с ПО-76	без ПО-76	с ПО-76			
Жайремская ГРЭ						
191	195	1,36	2,04	2,900	1,327	1,50
ГРЭ-92, ГРЭ-37						
127	141	1,62	2,13	1,883	1,476	1,31

Таблица 6. **Обобщенная оценка результатов испытаний погружного жесткого отражателя ПО-76 ПГО «Центрказгеология» и «Степгеология» по показателю «проходка за рейс»**

Количество наблюдений (рейсов)		Проходка за рейс сред-неарифметический, м		Существенность различия в показателе ПО-76 и без ПО-76 по критерию	Взвешенное табличное значение для распределения коэфф. Стьюдента	Коэффициент роста показателя, K_p
без ПО-76	с ПО-76	без ПО-76	с ПО-76			
Жайремская ГРЭ						
195	191	2,6	3,21	1,923	1,374	1,23
ГРЭ-92, ГРЭ-37						
141	127	3,58	5,28	1,780	1,498	1,47

Таблица 7. **Результаты обработки и оценки данных испытаний отражателя ПО-76 по показателю «Баланс рабочего времени» и «Сменная производительность»**

Интервал бурения	Категория пород	Баланс рабочего времени за смену								Сменная производительность, м/ст. смену		Коэффициент роста показателя K_p
		Время чистого бурения		Время на вспомогательные работы		Время простоев		Всего		без ПО-76	с ПО-76	
		%	ч	%	ч	%	ч	%	ч			
ГРЭ-92												
0-200	IX-X	43,1	3,02	29,9	2,09	27,0	1,89	100	7,0	8,38	8,46	1,01
200-400	IX-X	37,1	2,60	34,6	2,42	28,3	1,98	100	7,0	4,44	5,26	1,18
400-600	IX-X	43,9	3,07	41,9	2,93	14,2	1,00	100	7,0	4,35	5,14	1,18
600-730	IX-X	43,3	3,03	38,9	2,72	17,8	1,25	100	7,0	2,52	4,61	1,82
ГРЭ-37												
200-400	IX-X	25,6	1,79	37,1	2,60	37,3	2,61	100	7,0	3,03	3,71	1,22
400-600	IX-X	22,4	1,57	40,0	2,80	37,6	2,63	100	7,0	2,48	3,19	1,29
В среднем по ПГО «Степгеология»												
		35,9	2,52	37,1	2,51	27,0	1,89	100	7,0	4,2	5,06	1,205
Жайремская ГРЭ												
0-200	IX-X	40,0	2,80	41,3	2,90	18,17	1,30	100	7,0	3,43	4,32	1,25
200-300	IX-X	44,0	3,08	37,7	2,64	18,3	1,28	100	7,0	4,14	4,40	1,06
200-300	XI	44,0	3,08	37,7	2,64	18,3	1,28	100	7,0	2,88	3,61	1,25
300-400	IX-X	44,0	3,08	23,0	1,61	33,0	2,31	100	7,0	3,0	4,32	1,23
300-400	XI	44,0	3,08	23,0	1,61	33,0	2,31	100	7,0	2,92	3,17	1,08

тизации тупика в нем были расположены резиновые уплотнения.

Накопление шлама в тупике отражателя сильно влияет на отраженную гидравлическую волну. Шламование тупиковой части отражателя обычно приводит к ухудшению отражательных свойств, поэтому тупиковую часть отражателя необходимо периодически очищать. По результатам испытаний предложено изменить конструкцию тупика путем включения конусного соединения при помощи специальной муфты с прорезью под вилку для ускорения сборки и разборки нижней части отражателя.

Таким образом, производственные испытания погружных жестких отражателей, показали высокую эффективность при бурении скважин на твердые полезные ископаемые и в последующем были приняты к серийному производству.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скобочкин Б.Е. Ахметов Е.А. Чекаева Т.И. и др. Разработка методов, техники и технологии бурения скважин резонансными гидроударниками и управления трассами

скважин: Отчет по теме XII $\frac{E. III. I.}{002}$ 115-5/527.ВГФ, 1982.

КБТУ

Поступила 2.02.07г.