

УДК 622.244.5

Б.Т. Ратов, М. Отебаев

**СТЕНДОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
РАЗРУШЕНИЯ ПОРОДЫ ЕДИНИЧНЫМИ УДАРАМИ**

Семинар № 4

Ударно-вращательное бурение в значительной мере зависит от оптимальности схемы распределения ударов по забое скважины, которая формируется как данными технической характеристики машин – генераторов ударов, так и технологическими параметрами. Исследователи влияния этих факторов на эффективность бурения [1, 2, 3] сходятся во мнении, что для получения наибольшей эффективности число оборотов породоразрушающего инструмента и число ударов должны обеспечивать наиболее оптимальное расстояние между ударами с учетом энергии удара и крепости породы.

Недостаточное число ударов на оборот не будет обеспечивать поражение всей поверхности забоя, оставляя отдельные участки, выходящие из зон распространения микротрещин. Это вызовет увеличение сопротивления породы инструменту при его вращении и повышенный износ инструмента. Чрезмерное количество ударов также не приносит пользы, т.к. при этом повышается расход энергии на переизмельчение шлама.

Однако, в опубликованных источниках сведения об оптимальности расстояния между последовательными ударами противоречивы.

Так Мелекесцев А.И. [4] в результате стендовых экспериментов получил, что при удельной энергии удара 1,43 Дж/мм, в граните оптимальное

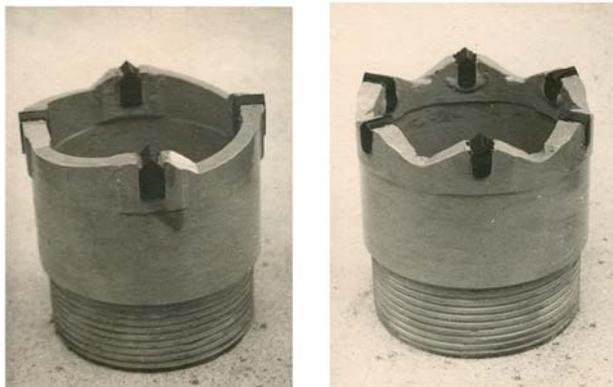
расстояние составляет 2,6–2,9 мм; в песчанике 5,7–7,2 мм, а число ударов в минуту должно составлять 3000 – 4000.

Бубок В.К. [5] получил на стенде иные данные. В граните при удельной энергии удара 0,95 Дж/мм оптимальное расстояние между ударами составило 10–15 мм.

Разноречивость приведенных данных послужила основной причиной к постановке аналогичной работы по определению оптимального расстояния между ударами. При этом было учтено, что должна исследоваться работа долотчатого резца кольцевой коронки, имеющего весьма малую длину. Это не только отражается на размерах лунок от ударов на забое скважины, но и вызывает относительное увеличение зоны контакта лезвия с вертикальными стенками – с одной стороны стенкой скважины, с другой – поверхностью керна. А это, безусловно, должно оказывать влияние на размеры лунок от ударов лезвий, и, следовательно, на производительность бурения. Между тем исследований этого вопроса не проводилось.

С другой стороны, результаты исследований должны найти применение и в более широкой области, в частности, при бурении сплошным забоем.

В этом случае используются долотчатые коронки и долота сплошного забоя и представляет интерес как определение их рациональных конст-



а)

б)

рукций, так и влияние особенностей этих конструкций на объемы лунок от единичных ударов. Установлено [6], что наиболее перспективны конструкции коронок, формирующих ступенчатый забой. Однако, влияние дополнительной плоскости обнажения забоя при работе резца на забое, как и влияние вертикальных стенок скважины и керна, формируемых ударами лезвия, на механизм работы резца, в частности, на форму и параметры лунок от ударов, в известных нам исследованиях не рассматривалось.

Таблица 1

Техническая характеристика средств гидроударного бурения

	Марка гидроударника		Марка коронки	
	ГМД-2	Р-ЗМГ	ГПИ-2	К19М-4
1. Наружный диаметр, мм	108	89	115	115
2. Длина, мм	1660	2200		
3. Вес, кг	102	70		
4. Диаметр скважины, мм	115	96 и 115	115	115
5. Рабочая жидкость	вода	вода		
6. Энергия единичного удара, Дж.	70–80	80		
7. Число ударов в минуту	1400	1500		
8. Количество резцов			6	4
9. Размеры резца, мм			8x14x15	10x14x19
10. Твердый сплав			ВК-15	ВК-15
11 Угол приострения лезвия, град.			90	90
12. Форма лезвия			симметр	симметр.

Рис. 1. Коронки гидроударного бурения: а) коронка К19М-4; б) коронка ГПИ-2

Поэтому при проведении стендовых экспериментов было решено затронуть и эти вопросы.

Параметры ударов, осуществляемых на стенде, были ориентированы на параметры, характеризующие ударно-вращательное бурение скважин с использованием погружных гидроударников.

Таким образом, можно сказать, что объектом исследований явилось гидроударное бурение машинами ГМД-2 и Р-ЗМГ, показавших наиболее высокие результаты в глубоких скважинах [7] с использованием кольцевых коронок ГПИ-2 и К19М-4 (рис. 1). Техническая характеристика гидроударников и коронок приведена в табл. 1.

Проведение в производственных условиях экспериментальных исследований режимов разрушения горных пород при использовании реальных

бурильных машин связано с большими трудностями, обусловленными тем, что часто невозможно изменить в требуемых пределах режимы работы бурильной машины, в частности, угол поворота коронки, энергию удара и т.д.

Поэтому были предприняты лабораторные эксперименты на стенде, обеспечивающим параметры, близкие реальным условиям.

Из табл. 1 видно, что максимальная энергия удара у обеих машин 80 Дж. Бурение осуществляется на первой скорости вращателя бурового станка, т.е. при 67 об/мин. Тогда за один оборот коронка будет испытывать число ударов « n »: для гидроударника ГМД-2 – $n_1 = 1400:67 = 20,9$, а для гидроударника Р-3МГ – $n_2 = 1500:67 = 22,4$.

При этом для обеих машин энергия удара, приходящаяся на один резец, будет: для коронки ГПИ-2 – $W = 80:6 = 13,3$ Дж, а для коронки К19М-4 – $W = 80:4 = 20$ Дж. Длина забоя по его наружному диаметру составляет $L = \pi \cdot D = 3,14 \times 115 = 361$ мм, а расстояния между последовательными ударами одного реза коронки ГПИ-2 будет

$$a_1 = \frac{L}{n_1} = \frac{361}{20,9} = 17,3 \text{ мм,}$$

и коронки К19М-4:

$$a_2 = \frac{L}{n_2} = \frac{361}{22,4} = 16,1 \text{ мм.}$$

Стенд содержит вертикальную мачту с направляющими, по которым скользит ударник, наносящий удары по долотчатому индентору. Индентор представляет собой пластину из твердого сплава ВК-15 с долотчатым лезвием, запаянную в штыревом держателе. Держатель закреплен по центру ударника и лезвием опирается на поверхность образца породы. Образец породы же-

стко закреплен в оправке, установленной на основании станда с возможностью фиксированного поступательного перемещения в плоскости, перпендикулярной вертикальной мачте.

Вес ударника и высота его падения выбирались из условия, что эти параметры должны обеспечить энергию удара, соответствующую энергии удара исследуемых гидроударников, приходящуюся на один резец коронки, т.е. 13,3 Дж для шести-резцовой и 20,0 Дж для четырех-резцовой коронки.

Горизонтальным перемещением оправки с индентором создавалось расстояние между последующими ударами в пределах от 20 до 10 мм.

При каждом опыте ударником наносился удар по индентору и создавалась лунка на поверхности образца породы. Затем на определенном расстоянии от первой лунки последующим ударом создавалась вторая лунка. Параметры каждой лунки измерялись под микроскопом с помощью индикаторов часового типа с игольчатыми наконечниками.

С уменьшением расстояния между ударами приходили к тому, что при определенном расстоянии лунки от ударов сливались в одну выемку. Такое расстояние назвали критическим.

По данным замеров лунки рассчитывался ее объем, определялась удельная энергоемкость разрушения породы $q = W/V$, где W – энергия удара, приходящаяся на индентор, V – объем лунки от удара, и относительный коэффициент эффективности разрушения, породы

$$n_q = \frac{(q_0 - q_n) + q_0}{q_0} = \frac{2q_0 - q_n}{q_0},$$

возрастающий с уменьшением удельной энергоемкости.

Таблица 2

Значения удельной энергоемкости разрушения породы за один удар « q » и относительных коэффициентов эффективности разрушения породы « n_q » на ровной поверхности образцов

№ серии экспериментов	Расстояния между ударами a_{y0} , мм									
	20		16		14		13		12	
	q Дж/см ³	n_q	q Дж/см ³	n_q	q Дж/см ³	n_q	q Дж/см ³	n_q	q Дж/см ³	n_q
1	263,30	1,47	257,75	1,48	205,4	1,59	35,89	1,93	39,78	1,92
2	236,70	1,53	232,9	1,53	145,7	1,71	41,4	1,92	44,4	1,91
3	499,06	1,0	448,86	1,1	120,7	1,76	49,74	1,9	51,17	1,89
4	494,3	1,01	446,4	1,1	125,3	1,75	49,0	1,9	48,7	1,9

Примечание. В сериях 1 и 2 эксперименты проводились на образцах породы VI категории крепости, в сериях 3 и 4 – на образцах IX категории; в сериях 1 и 3 энергия удара W составляла 13,3 Дж, в сериях 2 и 4 – 20 Дж.

Было выполнено шесть серий экспериментов, включающих 104 опыта.

В 1–2 сериях исследовалась эффективность разрушения породы на ровной поверхности образца при различном расстоянии между ударами в зависимости от энергии удара в цементно-песчаном образце, что соответствует VI категории крепости по ЕНВ.

В 3–4 сериях такие же исследования проводились в гранитном образце IX категории крепости.

В 5 серии исследовалась эффективность разрушения породы при размещении индентора в контакте с вертикальной стенкой, для чего образцу была придана Г - образная форма. Цель этой серии экспериментов была – определить влияние на эффективность углубки скважины формирования ее стенки и керна.

В 6 серии исследовалась эффективность разрушения породы на забое, имеющем дополнительную плоскость обнажения, что имеет место при ступенчатом забое. Здесь удары наносились на границе плоскости забоя и перпендикулярной ему плоскости обнажения.

Результаты экспериментов в сериях 1–4 сведены в табл. 2.

Здесь исходной величиной q_0 , относительно которой определялся коэффициент эффективности разрушения породы, была принята удельная энергоемкость q , соответствующая расстоянию между ударами $a_{y0} = 20$ мм в породах IX категории крепости, наибольшая из имеющихся в таблице. Эта величина приравнена единице. Остальные коэффициенты эффективности вычислялись относительно этой величины.

Из полученных данных видно, что с уменьшением расстояния между ударами эффективность разрушения породы меняется неоднозначно.

При расстояниях, которые обеспечивают независимость двух последующих следов от ударов друг от друга, объем лунок получается в каждой серии экспериментов примерно одинаковым. И коэффициенты эффективности n_q также имеют близкие значения. Но когда расстояние между ударами достигает величин, затрагивающих зоны трещин от предыдущих ударов, лунки от двух последних ударов сливаются в общую выемку и объем разрушенной породы резко

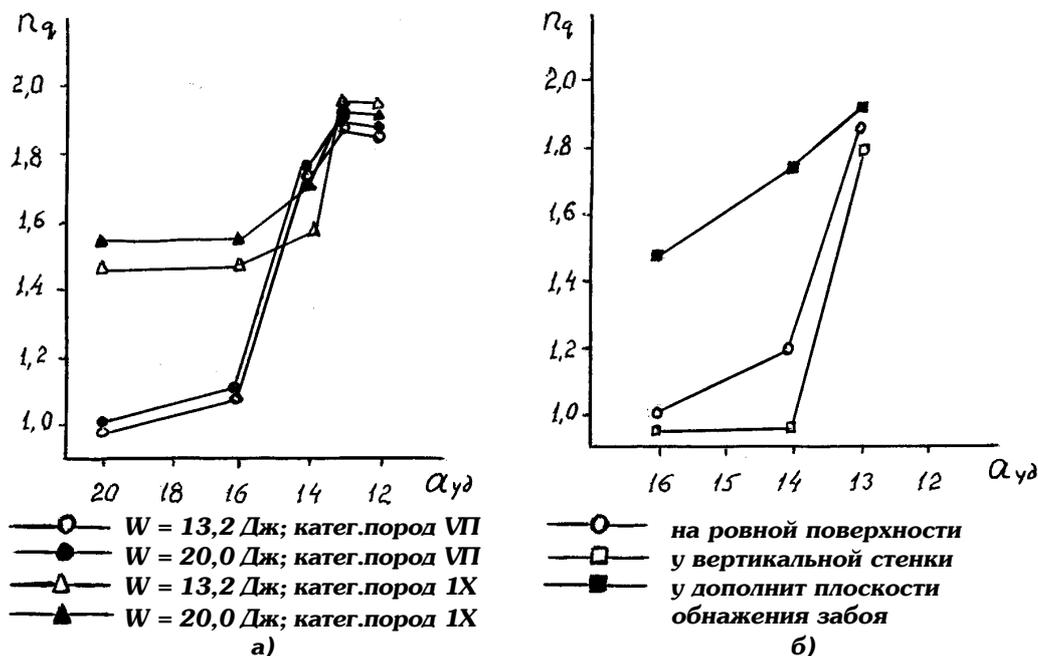


Рис. 2. Изменение коэффициента эффективности разрушения породы при уменьшении расстояний между ударами

увеличивается. Это критическое расстояние для всех серий экспериментов составляло $a_{уд}^0 = 13$ мм. При таком значении лунки всех наносимых ударов объединялись с лунками от предыдущих ударов и коэффициент эффективности достигал значения 1,8 – 1,9. Однако, при значении $a_{уд} = 14$ мм, хотя часть лунок носила одиночный характер, но другая часть также объединялась с предыдущими. Поэтому, учитывая погрешности в проведении экспериментов, можно сказать, что критическим расстоянием « $a_{уд}^0$ » следует считать значения от 15 до 13 мм.

Из приведенной выше технической характеристики гидроударников видно, что они не обеспечивают таких значений.

Из данных таблицы следует также, что крепость породы влияет на эффективность разрушения в основном при режимах бурения,

обеспечивающих получение одиночных лунок, т.е. при расстояниях между ударами, превышающих критические значения. В этих условиях опыты показали, что эффективность в породах VI категории крепости выше, чем в породах IX категории в среднем в 1,5 раза.

Повышение энергии удара с 13,3 Дж до 20,0 Дж также несколько повышает эффективность, но это повышение весьма незначительно. Очевидно для условий экспериментов разница в 6,7 Дж, полученная за счет изменения числа резцов коронки, не обеспечивает более показательные результаты, а для того, чтобы их получить необходимо увеличить энергию удара гидроударника.

Все описанные результаты более наглядно представлены графиках рис. 2, а, построенных по данным табл. 2.

Таблица 3

Значения удельной энергоемкости разрушения породы за один удар « q » и относительных коэффициентов эффективности разрушения породы « n_q » при расположении индентора у вертикальной стенки и у дополнительной плоскости обнажения забоя

№ серии экспериментов	Категория породы	Энергия удара Дж	Расстояния между ударами a_{y0} , мм					
			16		14		12	
			q Дж/см ³	n_q	q Дж/см ³	n_q	q Дж/см ³	n_q
1	ВП	13,3	257,75	1,0	205,4	1,2	35,89	1,86
2	ВП	13,3	287,6	0,88	317,4	0,77	44,67	1,82
3	ВП	13,3	127,9	1,5	64,5	1,75	31,6	1,88

Примечание. В серии 1 удары индентора производились по ровной поверхности образца, в серии 2 – при контакте индентора с вертикальной стенкой, в серии 3 – при расположении индентора на границе плоскости забоя и дополнительной плоскости обнажения.

Дальнейшие серии экспериментов изучали влияние на эффективность разрушения породы на забое наличия вертикальной стенки, формируемой при ударах долотчатого индентора одновременно с углубкой скважины, и дополнительной плоскости обнажения забоя, образованной опережающей частью ступенчатого долота. При проведении этих серий были учтены результаты предыдущих серий, в результате было сокращено число опытов в каждой серии и они проводились только с цементно-песчаными образцами.

Результаты, полученные в 4 и 5 сериях в сравнении с результатами 1 серии приведены в табл. 3 и отражены на графиках рис. 2, б.

Из данных табл. 3 и графиков рис. 2б видно, что при расстояниях между ударами, превышающих критическое значение, формирование вертикальной стенки снижает эффективность разрушения породы на забое, т.е. эффективность углубки скважины не более, чем на 15%, а наличие дополнительной плоскости обнажения забоя в зоне работы породоразрушаю-

щего наконечника повышает эффективность более, чем на 50%. При достижении же критического значения в обоих случаях эффективность резко возрастает и обеспечивает близкие результаты.

Проведенная работа позволяет сделать следующие выводы.

1. Основным результатом является определение величины критического расстояния между ударами реза забоя, достижение которого позволяет достигнуть роста эффективности до двух раз. Это значение: 13–15 мм. При конструировании технических средств ударного бурения и планировании его технологических режимов следует предусматривать возможность обеспечения критических значений расстояний между ударами.

2. Установлено, что наличие дополнительной плоскости обнажения забоя повышает в 1,5–1,7 раза эффективность разрушения забоя даже при расстояниях между ударами, превышающих критические значения. А при критических значениях рост доходит до 90%. Следовательно, при конструировании породоразрушаю-

шего инструмента следует ориентироваться на ступенчатые конструкции долота или коронки.

3. Установлено, что повышения энергии удара на 6–7 Дж недостаточно для получения ощутимого эффекта разрушения породы. Следует стремиться к более значительному повы-

шению энергии ударов, что возможно при использовании машин усовершенствованной конструкции.

4. Подтверждено, что эффективность разрушения зависит от свойств горной породы, повышаясь с уменьшением ее крепости в пределах крепости исследованных образцов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кичигин А.В., Назаров В.И., Тагиев Э.И. Ударно-вращательное бурение скважин. М.: Недра, 1965.

2. Воскресенский Ф.Ф., Кичигин А.В., Славский В.М., Славский Ю.Н., Тагиев Э.И. Вибрационное и ударно-вращательное бурение. Гостоптехиздат, 1961.

3. Куликов И.В., Воронов В.Н., Николаев И.И. Пневмоударное бурение разведочных скважин. М.: Недра, 1989.

4. Мелекесцев А.И. Количество ударов на оборот бура при ударно-вращательном бурении //Известия ВУЗов. Горный журнал № 11, 1960.

5. Бубок В.К. Определение оптимального угла поворота бура при ударном бурении пород разной крепости. //Научные доклады ВУЗов. Горное дело. №3, 1958.

6. Остроушко И.А., Емекеев В.И., Кривчиков П.Ф. и др. Усовершенствование буровых коронок к пневмоударным агрегатам. // Известия ВУЗов. Горный журнал № 10, 1960.

7. Латыпов А.С., Таран В.И. Бурение гидроударниками двойного действия в Джезказганской экспедиции. //Сборник КазГПИ «Геология и разведка недр», вып.2, 1971. **ГИАБ**

Коротко об авторах

Ратов Боранбай – кандидат технических наук, и.о.доцента кафедры «ТиТБС» КазНТУ,
Отебаев Майлыбай - технический директор ТОО «КРУЗ» РД «КазМұнайГаз»

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 4 симпозиума «Неделя горняка-2009».
Рецензент д-р техн. наук, проф. *С.А. Гончаров*.



УДК 622.243. 952

М. Отебаев, А. Касенов, Б.Т. Ратов

**К ВОПРОСУ О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ БУРЕНИЯ
РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН УДАРНО-
ВРАЩАТЕЛЬНЫМ СПОСОБОМ**

Семинар № 4

В настоящее время основным способом бурения крепких пород в геологоразведке является алмазный способ. Он обладает несомненными достоинствами, которые позволили ему оттеснить многие другие способы вплоть до их снятия с производства. К этим достоинствам относятся предельная простота используемых средств бурения. Для его осуществления в дополнение к обычным средствам, используемым, практически, при всех способах бурения: буровому станку, колонне бурильных труб, промывочному насосу, требуется только одно средство – алмазная коронка или долото. Еще в пятидесятые годы отсутствие собственных алмазов приводило к высокой цене на алмазный инструмент и зачастую делало алмазное бурение нерентабельным. С открытием месторождений алмазов в СССР и началом их разработки цена на алмазный инструмент упала, а его высокая стойкость и эффективность разрушения им крепких пород постепенно поставило этот способ бурения вне конкуренции.

Однако применяется алмазное бурение в основном для бурения скважин малого диаметра, что оправдано в устойчивых породах, где керн малого диаметра выходит ненарушенным. Но при увеличении диаметра бурения увеличивается и стоимость коронок.

Что же касается эффективности разрушения пород, то в крепких породах не меньшую эффективность обеспечивает ударно-вращательный способ бурения твердыми сплавами. Тем не менее, с учетом того, что основная масса пород, в которых ведется разведочное бурение, допускает использование скважин малого диаметра, преобладание алмазного способа бурения вполне обосновано.

Однако и этот способ бурения не свободен от недостатков, ограничивающих его область применения. В определенных условиях его использование становится нерентабельным и требует замены другим, более подходящим способом.

Так в условиях Узень месторождения для детальной разведки нефтяного месторождения необходимо проходить скважины глубиной до 1200–1500 м. в крепких породах VI – X категорий буримости с пропластками нарушенных пород с плохим выходом керна. Бурить такие скважины алмазными коронками малыми диаметрами практически невозможно.

В годы становления алмазного бурения наряду с этим способом много внимания уделяли и другим способам бурения. Алмазное бурение начало завоевывать позиции в 60 годы. В это же время велось интенсивное опробование и других способов бурения,

**Объемы бурения прогрессивными способами
по комитету геологии Казахстана**

Годы	Объем бурения, тыс. пог. м				
	Общий по Казахстану	В том числе по способам бурения			
		алмазное	бескерновое	твердо-сплавное малыми диаметрами	гидроударное
1961	2680	6,1	205	–	5,1
1962	2970	4,8	233	–	12,9
1963	3020	11,3	325	–	15,4
1964	3090	24,0	370	–	43,9
1965	3000	52,1	373	20,0	55,5
1966	2990	90,9	478	45,0	60,3
1967	3110	116,5	471,6	221,3	53,0
1968	2960	201,9	425,8	209,4	45,3
1969	2800	283,5	471,2	383,1	50,1
1970	3050	370,0	450,0	390,0	45,0

которые зарекомендовали себя как перспективные, призванные заменить малопроизводительное дробовое бурение.

В таблице приведены данные по объемам бурения в это период в организациях комитета геологии Казахстана [1].

Как видно из таблицы, из приведенных способов в начале рассматриваемого периода наибольший объем бурения производился бескерновым способом. Это объясняется прежде всего тем, что бурение сплошным забоем производится долотами – породоразрушающим инструментом более прочным, чем коронки для колонкового бурения. Это допускает увеличение осевого давления на забой, что, в свою очередь, обеспечивает более эффективное внедрение элементов долота в породу и ее разрушение.

Однако при этом не выполняется основная цель геологоразведочного бурения – получение проб породы (керна) для ее исследования. Поэтому бескерновое бурение имеет вспомогательное значение. Им пользуются выборочно, лишь там, где

допускают геологические условия исследуемого месторождения.

Алмазным бурением в начале рассматриваемого периода выполнялся объем не превышающий объем гидроударного бурения. Лишь с 1965 года его объемы обгоняют объем гидроударного бурения и дальше резко идут вверх. Как уже было сказано, объясняется это в первую очередь выпуском отечественного алмазного инструмента, падением его стоимости и простотой технологического процесса.

Одновременно с алмазным в этот период растет и объем вращательного бурения твердосплавными коронками малого диаметра. Этот способ бурения применим в породах ниже средней крепости, т.е. область его применения не совпадает с областью алмазного и гидроударного бурения.

Разрушение горной породы при бурении происходит либо при вдавливании, либо при резании ее элементами породоразрушающего инструмента. При этом происходит истирание как породы, так и инструмента и износ последнего. В наи-

большей мере это проявляется при вращательном бурении скважин малого диаметра, когда с увеличением глубины скважины недостаточно большой вес и малая продольная устойчивость бурильных труб не позволяют применить достаточно высокую осевую нагрузку, обеспечивающую объемное разрушение породы и происходит в основном ее истирание.

При ударном (ударно-поворотном) бурении, нашедшем широкое применение в горном деле, инструмент (долото) движется поступательно-возвратно, нанося удары по забоям. Поворот долота осуществляется при малой величине осевой нагрузки, которая не компенсирует его отскок после удара и долото перемещается в отрыве от забоя, что обуславливает его незначительный износ. Однако при этом между ударами не происходит и разрушения породы.

Ударно-вращательный способ бурения объединяет достоинства обоих предыдущих способов бурения. Вращающемуся инструменту, находящемуся под действием осевой нагрузки, достаточной для постоянного прижатия его к забою и разрушения породы скалыванием, периодически сообщаются динамические импульсы, вызывающие раздавливание и скалывание породы. Интенсивность разрушения породы при этом повышается, а контакт инструмента с разрушенной породой при вращении изнашивает инструмент меньше, чем при чисто вращательном бурении.

Практически все рассматриваемые способы бурения используют для разрушения породы энергию, передаваемую вращением буровой колонны. При этом бурение малыми диаметрами предусматривает высокое число ее оборотов. Однако в глубоких сква-

жинах гибкость буровой колонны становится чрезмерной и в результате на породоразрушающий инструмент передаются крутильные удары, вызывающие скалывание твердосплавных резцов и разрушение алмазных секторов коронок.

Ударно-вращательное разведочное бурение осуществляется пневмоударниками или гидроударниками – погружными машинами ударного действия, непосредственно на забое скважины генерирующими ударные импульсы, передаваемые инструментом – коронками или долотами – на породу забоя. При этом вращение, передаваемое через колонну буровых труб погружной машине, имеет малую частоту, т.к. здесь гораздо большее влияние на эффективность разрушения породы имеет увеличение частоты ударов, приходящихся на один оборот инструмента.

Ударно-вращательное бурение привлекательно тем, что при использовании твердосплавного инструмента, который существенно дешевле алмазного, оно обеспечивает не меньшую, а в определенных условиях и превышающую эффективность разрушения крепких горных пород.

Недостатком как пневмоударного, так и гидроударного способов является необходимость оснащения буровых установок дополнительным или специальным оборудованием. Так для пневмоударного бурения необходимы высокопроизводительные компрессоры, которые не используются для обычного вращательного бурения. И все же существующие передвижные компрессоры не могут обеспечить работу пневмоударников на требуемой глубине. Для гидроударного бурения соответственно нужны мощные насосы, что не является такой проблемой,

как в случае пневмоударного бурения, т.к. обычное вращательное бурение также ведется с промывкой. Но здесь требуется также оснащение агрегатов компенсаторами гидроударов в гидросистемах, шлангами усиленной прочности, желательны бронированными, соединяющими элементы поверхностной гидросистемы – насос, компенсатор, вертлюг-сальник ведущей штанги.

Необходимость дополнительного оснащения буровых агрегатов для осуществления ударно-вращательного бурения и более сложная технология бурения, требующая повышения квалификации бурового персонала, привела к постепенному снижению объемов бурения этим прогрессивным способом. Так из таблицы видно, что это происходит начиная с 1967 года. Но, несмотря на это, даже в 1970 году стоимость проходки 1 м скважин гидроударным способом была на 1,5 – 2,0 рубля ниже стоимости проходки алмазным способом при общей стоимости 1 м по Министерству – 11, 4 рубля [1].

В последующие годы в связи развитием алмазного бурения и в силу многих организационных причин ударно-вращательному разведочному бурению уделялось все меньше внимания. В настоящее время в Казахстане оно не применяется.

Таким образом, анализируя применимость изучаемых способов бурения к условиям месторождения, приходим к следующим выводам.

Наиболее широко применяемый в настоящее время алмазный способ бурения, осуществляемый коронками малого диаметра, обеспечивает эффективное разрушение крепких горных пород, но не дает представительного керна для геологического анализа и не позволяет бурить скважины требуемой глубины.

Бескерновое бурение тем более не дает возможности осуществлять геологический анализ проходимых пород, что не приемлемо для детальной разведки.

Твердосплавное бурение малыми диаметрами, как и алмазное, не применяется для проходки глубоких скважин и, кроме того, используется в основном в породах ниже средней крепости.

Ударно-вращательное бурение обеспечивает эффективное разрушение крепких пород, может использоваться как с коронками для получения керна, так и с долотами сплошного забоя. Может осуществляться погружными пневмоударниками или гидроударниками. Но пневмоударное бурение требует нестандартного дополнительного оборудования и не может обеспечить необходимую глубину скважин.

В отличие от ударного и вращательного способов бурения, имеющих длительную историю существования, ударно-вращательный способ появился сравнительно недавно. Родиной его является Советский Союз. Впервые этот способ бурения был применен в 30 годах на Урале инженером Комаровым В.Н. Использование для бурения взрывных скважин погружных пневмоударников [2] значительно расширило область применения ударно-вращательного бурения.

Существенный рост производительности при бурении шпуров и взрывных скважин ударно-вращательным способом в горнорудной промышленности подтвердил правильность теоретических и экспериментальных исследований, показавших перспективы и преимущества этого способа бурения. Поэтому в послевоенный период в СССР, в США и некоторых других странах

стали уделять большое внимание разработке новых конструкций средств для его осуществления – пневмоударникам, гидроударникам, породоразрушающему инструменту. Одновременно проводились работы по теоретическому обоснованию этих конструкций.

Первые теоретические и экспериментальные исследования ударно-вращательного бурения были проведены в 1934 – 1937 г.г. под руководством Эпштейна Е.Ф. в Днепропетровском горном институте (ДГИ). Кроме того, исследования и разработка новой техники гидроударного бурения проводились в Институте горного дела им. А.А. Скочинского, СКБ Министерства геологии СССР, ВНИИБТ и МИНХиГП им. И.М. Губкина, ВИТР, Свердловском горном институте (СГИ), Каз ИМСе и некоторых других организациях.

Казахстан явился основной базой для опробования гидроударного бурения. Начиная с 1960 года гидроударники конструкции СКБ и КазИМСа испытывались в экспедициях Южно-Казахстанского геологического управления, промышленно применялись в Восточно-Казахстанском геологическом управлении и в Джекказганской экспедиции [3, 4]. Их эксплуатация показала, что помимо высоких показателей скорости проходки скважин, эти скважины характеризуются весьма малыми отклонениями от заданного направления [5]. Эта особенность позволяет сохранять прямолинейность скважин при их сооружении гидроударниками и, соответственно, избегать аварий обсадных колонн, используемых при ос-

нащении технологических скважин, в местах изгибов скважин, что весьма важно для поддержания работоспособности технологических скважин. Поэтому перспективным направлением представляется использование гидроударников на нефтяных месторождениях, где оно может использоваться как для детальной разведки, так и в эксплуатационных скважинах. И если для бурения эксплуатационных скважин необходимо создание специальных машин и решение этой проблемы видится в будущем, то для ремонтно-восстановительных работ, заключающихся в разбурировании песчано-цементных пробок и фрезеровании прихваченного инструмента и бурильных труб в эксплуатационных скважинах вполне возможно использование существующих технических средств гидроударного разведочного бурения.

Выводы

Опыт гидроударного бурения в Казахстане показывает, что оно удовлетворяет предъявляемым требованиям, может в этих условиях конкурировать с алмазным бурением и безусловно достойно внимания геологических организаций, но возрождение этого способа потребует определенных усилий и будет возможно лишь при условии решения целого ряда проблем, к которым, в первую очередь относится совершенствование технических средств бурения – машин и породоразрушающего инструмента, на базе исследований влияющих на их работу факторов, как в теоретическом аспекте, так и использованием производственных экспериментов. **ИИС**

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Туякбаев Н.Т., Усенов А.У., Тастанбеков Т.Х. Вопросы повышения производительности бурения в Казахстане. // Геология и разведка недр, вып. 2, КазГПИ, Алма-Ата, 1971.
2. Медведев И.Ф., Пуляев А.И. Вращательно-ударное бурение шпуров и скважин. М.: Госгортехиздат, 1962.
3. Вааль П.А., Марьян А.А., Сорокин А.А., Юшков А.С. Опыт бурения гидроударниками в Восточно-Казахстанском геологическом управлении. Сборник «Опыт бурения гидроударниками в Казахстане», Алма-Ата, 1966.
4. Сыромятников И.С., Бабуркин В.И. Гидроударное бурение и его экономическая эффективность в условиях Джезказганского месторождения. Сборник «Опыт бурения гидроударниками в Казахстане», Алма-Ата, 1966.
5. Граф Л.Э. Гидроударный способ бурения разведочных скважин на твердые полезные ископаемые. Сборник «Теория и практика ударно-вращательного бурения». М.: Недра, 1967.
6. Ганджумян Р.А., Калинин А.Г., Сердюк Н.И. Расчеты в бурении (Справочное пособие). - М.: РГГРУ, 2007. - 668 стр.
7. Голиков С.И., Калинина А.Г. Терминологический словарь по бурению скважин. М.: Москва 2005.

Коротко об авторах

Отебаев Майлыбай - технический директор ТОО «КРУЗ» РД «КазМұнайГаз»,
Касенов Алмабек - кандидат технических наук, доцент кафедры «ТиТБС» КазНТУ
Ратов Боранбай – кандидат технических наук, и.о. доцента кафедры «ТиТБС» КазНТУ,

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 4 симпозиума «Неделя горняка-2009».
Рецензент д-р техн. наук, проф. С.А. Гончаров.



РУКОПИСИ,

ДЕПониРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

1. Липовая Т.Б., Арутюнян М.Н., Горбачева И.Э., Гордиенко А.Е., Ланцова Т.И., Рябова А.А. Чепукова А.Б., Чикваная Н.Г., Федорченко Е.Н., Швелидзе В.Б. Рациональное природопользование особо охраняемой зоны КМВ (682/04-09 — 20.01.09) 210 с.