УДК 622.245.002.4:622.233.623

СОВРЕМЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ БУРЕНИЯ С АЛМАЗНЫМИ КОРОНКАМИ

MODERN TECHNOLOGICAL MODE OF DRILLING WITH DIAMOND DRILL BITS

Нурматов Усан Даурович
кандидат технических наук, доцент,
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени и.м. Губкина» в г. Ташкенте (республика Узбекистан),
отделение «Бурение нефтяных и газовых скважин»
nurmatov_usan@mail.ru

Аннотация. В этом статью рассмотрено технологический режим бурения алмазными коронками. Определено зависимость механической скорости бурения от расхода промывочной жидкости, а также расхода промывочной жидкости от осевой нагрузки.

Ключевые слова: режим бурения, коронки, механической скорости бурения, осевая нагрузка, расход.

Nurmatov Usan Daurovich
D. in Technical Sciences,
Associate Professor,
Branch Office of the Federal State Autonomous Educational Institution, Professional Education «Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University) in Tashkent (Republic of Uzbekistan),
Department of «Oil and Gas Well Drilling»
nurmatov_usan@mail.ru

Annotation. This article discusses the technological mode of drilling with diamond core bits. The dependence of the mechanical drilling speed on the flow rate of the flushing fluid, as well as the flow rate of the flushing fluid on the axial load, is determined.

Keywords: drilling mode, bits, mechanical drilling speed, axial load, consumption.

Технологический режим бурения алмазными коронками подбирают на основании общих закономерностей процесса бурения скважин в соответствии с характером разбуреваемых пород, конструкцией скважины и типоразмером породоразрушающего инструментаю Основные режима бурения: осевая нагрузка G_0, окружная скорость ω, частота вращения снаряда n и интенсивность удаления продуктов разрушения Q [2].

Удаления продуктов разрушения, имеющее весьма существенное значение при бурении скважин алмазными коронками, может осуществляться промывочной жидкости или воздухом. Условия, в которых протекает этот процесс, более сложные, чем при работе породоразрущающим инструментом других типов. Это связано с небольшим зазором между коронкой, поверхностью забоя и стенками скважины, способностью шлама некоторых пород спрессовываться в плотную массу, возможностью преждевременного выхода из строя дорогостоящих алмазных зерен (резцов) и др. Поэтому промывочная жидкость должна быть хорошо подвижно, обладать высокой теплопроводностью и теплоемкостью, антифрикционными свойсвами и способностью гасить вибрации.

На эффективность работы коронки существенно влияют состав промывочной жидкости и концентрация добавляемых веществ при ее обработке. Причем для разных пород эти показатели имеют вполне определенные значения. При наиболее удачном их подборе прирост объема разрушаемой породы может достигать 30–50 % (по сравнению с применением воды) и, наоборот, при неудачном подборе параметров промывочной жидкости может быть получен отрицательный результат.

Наиболее распространенная промывочная жидкость – техническая вода. При бурении в породах, интенсивно поглощающих жидкость, вспучивающихся при насыщении водой, размываемых и обрушивающихся при увлажении, используется глинистый раствор. Однако его применение приводит к повышенному износу матрицы, коронки и алмазных резцов, а также к снижению на 10–15 % механической скорости бурения.

При бурении неустойчивых пород с применением глинистых и безглинистых растворов их следует тщательно очищать от шлама, пропуская через гидроциклоны. Содержание песка в растворе не должно превышать 1 %, а толщина глинистой корки – 0,5–1,0 мм.

При изучение шлама с промывкой скважины с малоглинистым растворам приводит к повышенному смазывающему матрицы, коронки и алмазных резцов, а также повышаются на 15–25 % механической скорости бурения.

В наибольшей степени перечисленным требованиям отвечают полимерно геловый раствор, при применении которых, по данным ГРР, повышаются на 30–90 % износостойкость коронок и в 1,3–2,5 раза углубка на коронку за рейс, снижается вероятность отрицательного действия вибраций при работе бурового снаряда с частотой вращения 1000 об/мин и более. Использование в качестве добавок ПАА приводит к понижению твердости горных пород.

Режим промывки определяется расходом и напором жидкости, значения которых должны обеспечить необходимую интенсивность отчистки забоя скважины от шлама, вынос на поверхность и охлаждение коронки. При соблюдении этих условий можно получить максимальную механическую скорость бурения и минимальную величину затрачиваемой на забое мощности.

Исследованиями влияния этого процесса установлено, что рациональной интенсивность промывки забоя скважины в определенной степени зависит от частоты вращения бурового снаряда и осевой нагрузки на коронку. Из рисунка 1 видно, что при небольшой састоте вращения интенсивность промывки сказывается в меньшей степени на приросте механической скорости бурения, но с ее увеличением это влияние существенно возрастает. В данном случае наблюдается максимумы механической скорости бурения при рпсходе жидкости около 30–35 л/мин.

Исследованиями, проведенными в ГРР, было установлено, что при бурении импрегнированными коронками диаметром 59 мм с зернистностью алмазов от 150–200 до 700–1000 шт/кар по граниту с изменением интенсивности промывки в пределах 5 до 60 л/мин и при разных осевых нагрузках максимум механической скорости бурения наступает при определенной интенсивности промывки. Чем выше осевая нагрузка, тем больше должна быть интенсивности промывки (рис. 2).

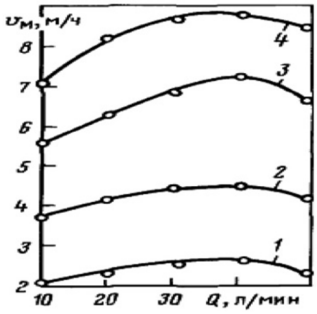

Рисунок 1 – Зависимость механической скорости бурения $V_{мех}$ от расхода промывочной жидкости Q при бурении коронкой АК-1-76 с разной частотой вращения n · об/мин: 1 – 190; 2 – 370; 3 – 600; 4 – 800

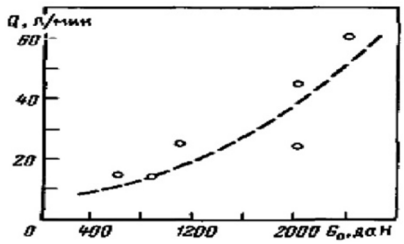

Рисунок 2 – Зависимость расхода промывочной жидкости Q от осевой нагрузки G_0

При недостаточно интенсивной промывке возникает зашламование скважины, что приводит к переизмельчению частиц шлама, увеличению износа алмазов и матрицы коронки, а также расходуемой мощности на разрушение породы, снижению механической скорости бурения, самозаклиниванию керна и прихватам снаряда. Поэтому увеличение количества нагнетаемой в скважину жидкости до определенного значения ведет к росту механической скорости бурения, а затем вызывает ее уменьшение. Последнее проявляется особенно заметно при бурении по малоабразивным породам, когда износ и обнажение алмазных резцов происходят за счет абразивного действия частиц разрущаемой породы. Отсутствие шлама под торцом коронки при чрезмерно интенсивной промывке приводит к шлифованию матрицы и полированию резцов, вследствие чего снижается механическая скорость бурения.

Общий расход промывочной жидкости вычисляется, исходя из значений скорости восходящего потока в скважине и площади сечения зазора между бурильными трубами и стенкой скважины,

$$Q = k \cdot V_{вп} \cdot F_{кз}, \quad (1)$$

где $k = 1{,}2 \div 1{,}5$ – коэффициент, учитывающий потерю жидкости и изменчивость условий циркуляции;

Q – объемный расход промывочной жидкости, м/с;

$V_{вп}$ – скорость восходящего потока в кольцевом зазоре, м/с;

$F_{кз}$ – площадь кольцевого зазора, м^2.

Скорость восходящего потока определяется размером и плотностью частиц шлама и некоторыми параметрами промывочной жидкости, что учитывается при определении скорости падения ча-

стиц в спокойной жидкости при гидравлических расчетах подачи насосов. В среднем скорость восходящего потока жидкости в кольцевом (затрубном) пространстве скважины при бурении алмазными коронками составляет около 0,45 объемный расход промывочной жидкости (от 0,35 до 0,6 м/с).

Объемный расход промывочной жидкости часто опредяют, исходя из удельных значений его на 1 $см^2$ площади забоя, величина которых может составлять 0,04–0,5 л/с.

С увеличением твердости горных пород размеры и общее количество образующегося в единицу времени шлама уменьшаются. Поэтому рекомендуется уменьшать в таких случаях и расход жидкости. Он снижается при бурении наклонных и горизонтальных скважин.

Ниже приведены рекомендуемые расходы промывочной жидкости (в л/мин) при бурении скважин в породах различной категории коронками разных диаметров.

Диаметр коронки, мм	46	59	76	93
Малоабразивные породы: VI–VIII категории	1,5–2,5	20–30	25–45	45–70
IX–XII категории	10–20	15–25	20–35	35–40
Абразивные породы: VI–VIII категории	30–40	40–50	40–70	60–90
IX–XII категории	20–30	25–35	35–45	45–60

При бурении алмазными коронками весьма эффективно применение обратной схемы промывки скважины. В этом случае исключается попадание под торец коронки крупных частиц породы, образующихся за счет разрушения керна, что приводит к более интенсивному и часто аномальному износу коронки и преждевременному заклиниванию керна. Это подтверждаются исследованиями частиц выносимого жидкостью бурового шлама, проведенными Г.М.Толкачевым.

При прямой схеме циркуляции жидкости размер частиц шлама не превышает 3 мм, а 95 % всех частиц имеют размер мене 0,25 мм, тогда как при обратной промыве количество таких частиц составляет 48–88 %, а количество частиц размером более 1–5 мм достигает 20–30 %. Таким образом, при обратной промывке шлам не переизмельчается, улучшаются условия работы коронки, что приводит к повышению на 25–30 % механической скорости бурения [1, 3].

В качестве агента, выносящего продукты разрушения при бурении алмазными коронками, может служить и сжатый воздух. Опыт работы подтверждает целесообразность использования этого способа удаления продуктов разрушения пород, так как применение алмазного бурения с продувкой скважин сжатым воздухом в определенных условиях может дать хорошие технико-экономические показатели. В частности, опытное бурение алмазными коронками проводились в трещиноватых туфах, туфа-конгломератах и кварцевых порфирах XIII–X категорий по буримости с малыми и средними водопритоками. Продувка осуществлялась компрессором КС-9 и использованием необходимой контрольно-измерительной аппаратуры. Бурили алмазными коронками типов МВ и ОА при разных режимах, как это поканано в таблице 1.

Бурение с продувкой сжатым воздухом осуществляется при использовании специальных коронок с достаточно крупными алмазами (более 10–15 шт/кар).

Таблица 1 – Зависимость механической скорости (в бурения) от режимов бурения с продувкой воздухом

Расход воздуха, $м^3$/мин	Давление воздуха, МПа	Осевая нагрузка на коронку, даН	Частота вращения снаряда, об/мин	
			100	185
2,5	0,4–0,5	450	0,30	0,46
		600	0,84	0,74
		750	1,95	1,95
		900	1,58	3,10
		1050	2,65	–
3,3	0,3–0,4	450	0,41	0,55
		600	0,51	1,03
		750	0,58	1,11
		900	0,65	1,62

Таким образом, при рациональном режиме промывки, критерием чего в конечном счете являются максимальная механическая скорость и минимальный расход алмазов, на забое в определенных условиях бурения должно находиться некоторое количество шлама. Иногда, искусственности промывки, добиваются восстановления работоспособности зашлифованной коронки. Поэтому подбор рационального расхода промывочной жидкости и регулирование режима промывки должны быть достаточно точными.

Литература:

1. Сулакшин С.С. Бурение геологоразведочных скважин: справочное пособие. – М. : Недра, 1991. – 334 с.
2. Грей Дж.Р., Дарли Г.С.Г. Состав и свойства буровых агентов (промывочных жидкостей): пер.с англ. – М. : Недра, 1985. – 509 с.
3. URL : Info@driller.ru

References:

1. Sulakshin S.S. Drilling Exploration Wells: A Reference Manual. – M. : Nedra, 1991. – 334 p.
2. Gray J.R., Darley G.S.G. Composition and properties of drilling agents (flushing fluids): transl. from English. – M. : Nedra, 1985. – 509 p.
3. URL : Info@driller.ru