Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова
1988. Т. 116

УДК 622.24.443:66.069.85

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА АЛМАЗНЫХ КОРОНОК ПРИ БУРЕНИИ С ПРОМЫВКОЙ ПЕНОЙ

В.Я.КЛИМОВ, А.А.ЯКОВЛЕВ,
А.Н.ЗАВОДЧИКОВ, А.А.РОМАНОВ

Внедрение в практику буровых работ технологии алмазного бурения скважин с промывкой пенными очистными агентами показало необходимость разработки режимных параметров бурения с учетом влияния температурного фактора [4, 5].

Полученная в ЛГИ математическая модель распределения температур в теле алмазной коронки при бурении с пеной [6, 9] может служить основой для выполнения расчетов параметров режима бурения [10], но требует проведения оценки точности результатов расчета при сравнении с реальными значениями температур, возникающими в породоразрушающем инструменте. С целью установления адекватности разработанной математической модели проведены замеры температуры в работающей на забое алмазной коронке. Измерения проводились на исследовательском буровом стенде кафедры ТТБС ЛГИ [3].

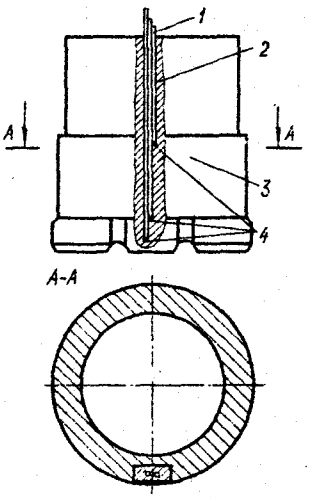


Рис.1. Схема размещения термопар в теле алмазной коронки
1 – выход термопар; 2 – изоляция из эпоксидной смолы; 3 – коронка; 4 – спай термопары

Для контроля за температурой в теле алмазной коронки использовались хромель-алюмелевые ($ХА_{68}$) термопары диаметром $1 \cdot 10^{-3}$ м, ртутный токосъемник марки ТРАК-12, многоканальный самописец типа КСП4 (ГОСТ 7164-78). В породоразрушающем инструменте устанавливались три искусственные термопары на разном расстоянии от торца матрицы (рис.1). Уложенные в специальный паз на наружной поверхности буровой коронки и колонковой трубы термопары изолировались эпоксидной смолой, вводились около переходника внутрь колонковой трубы и подводились через внутренний канал бурильной трубы и сальник-вертлюг к ртутному токосъемнику. Во избежание деформации о стенки бурильной и колонковой труб термопары помещались в резиновый шланг. Сигналы с токосъемника по многожильному кабелю передавались на самописец КСП4.

Работа на испытательном стенде осуществлялась следующим образом. Перед началом исследований приготовлялся пенообразующий раствор. В качестве поверхностно-активного вещества использовали превоцелл *W-ON*-100. Концентрация ПАВ в жидкой фазе пены составляла 0,5 %. Сжатый воздух подавался по магистрали от ресивера компрессора через сужающее устройство воздушного расходомера в колонковый снаряд. После набора рабочего давления воздуха в магистрали включался насос и окончательно устанавливались необходимые расходы пенообразующего раствора и сжатого воздуха.

Тарировка частоты вращения шпинделя станка производилась при помощи стробоскопического тахометра ТСТ-100. Заданная частота вращения во время бурения поддерживалась изменением напряжения в цепи: тиристорный преобразователь – двигатель, и контролировалась по показаниям вольтметра тахогенератора и прибора КУРС-613. Требуемая осевая нагрузка обеспечивалась системой гидроподачи станка.

Перед началом и в конце каждого опыта производили вращение снаряда с заданной частотой, требуемыми расходами раствора ПАВ и сжатого воздуха без приложения осевой нагрузки, что позволяло фиксировать значения мощности холостого хода на диаграмме киловаттметра Н-395. Забойная мощность, необходимая для расчета температур в теле алмазной коронки, оценивалась графоаналитическим методом. По диаграмме определялись: суммарная мощность, мощность холостого хода и забойная мощность, являющаяся разностью двух первых.

Механическую скорость бурения находили путем замеров времени бурения фиксированных интервалов скважины. Замеры производились секундомером с ценой деления 0,2 с. Интервалы бурения определялись по стальной мерной линейке с ценой деления $1 \cdot 10^{-3}$ м. Бурение по блоку горной породы – гранита IX-XI категорий по буримости велось однослойными коронками 01А4 диаметром 46 мм.

В качестве единичного опыта принято измерение температуры, осуществляемое при установившемся температурном поле в теле алмазной коронки и регистрируемое прибором КСП4 через каждые 4 с. Исследования проводились в два этапа. На основании первой серии опытов определено необходимое и достаточное количество повторений опыта, равное пяти. На втором этапе осуществлялся замер температур в теле алмазной коронки 01А4 для сравнения их с расчетными.

Результаты экспериментальных исследований, обработанные методами математической статистики, приведены в табл.1 и на рис.2.

Кроме того, расчетные значения температур сравнивались с экспериментальными данными других исследователей, полученными ранее для условий алмазного бурения с промывкой водой и продувкой сжатым воздухом (табл.2). Сопоставление опытных и расчетных значений температур в теле алмазной коронки показало их близкую сходимость как при жидкостной промывке и продувке сжатым воздухом, так и при использовании пены.

Примечательно, что если при применении в качестве очистного агента воды значения температуры алмазной коронки, рассчитанные по разработан-

Таблица 1

Опытные и расчетные значения температур в теле алмазной коронки 01А4

Точка определения температуры	Расход, 10^{-3} м³/с		Забойная мощность, кВт	Температура, °С		$\frac{t_{расч} - t_{эксп}}{t_{расч}}$, %
	пенообразующего раствора	сжатого воздуха		$t_{эксп}$	$t_{расч}$	
В $5 \cdot 10^{-3}$ м от торца матрицы коронки	0,0833	8,33	4,1	115,2	121,0	4,79
	0,164	5,83	1,8	71,1	74,0	3,92
На контакте матрицы и кольца	0,0833	8,33	4,1	80,3	85,7	6,30
	0,164	5,83	1,8	27,4	29,0	5,52
На $3 \cdot 10^{-3}$ м ниже резьбы кольца	0,0833	8,33	4,1	22,0	24,0	8,33

ным формулам [6, 9], оказались и больше, и меньше опытных значений, полученных другими авторами, то во всех случаях использования пены они систематически завышены на 4-8 %. Отклонения расчета от опыта при алмазном бурении с продувкой вообще очень малы (менее 2,5 %), что объясняется высокой точностью определения коэффициента теплоотдачи для воздуха по существующим критериальным формулам [8]. Незначительные отклонения расчетных значений температуры от опытных при бурении с промывкой водой также свидетельствуют в пользу критериальных формул [8] для воды. Систематическое завышение расчетных значений температуры в теле алмазной коронки при бурении с пеной над опытными данными можно объяснить и недостаточной точностью, обеспечиваемой методом аддитивности при оценке значений коэффициента теплоотдачи, для которой критериальные формулы вовсе отсутствуют, и недоучетом явлений массообмена (испарение воды) в разработанной теории температурного режима алмазного породоразрушающего инструмента. Однозначное точное определение коэффициента теплоотдачи и учет явления массообмена должны явиться предметом дальнейших исследований.

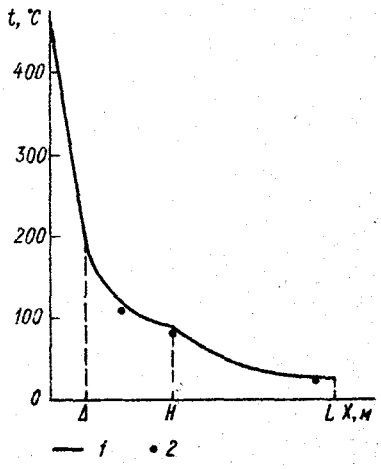


Рис.2. Распределение температур в теле алмазной коронки 01А4 диаметром 46 мм при бурении с промывкой пеной
Δ - высота алмаза; H - высота матрицы; h - высота корпуса
1 - расчетная кривая; 2 - экспериментальные значения

Таким образом, сопоставление расчетных значений температуры с опытными свидетельствует в целом о высокой до-

Таблица 2

Расчетные и экспериментальные значения температур в теле алмазных коронок для условий бурения с жидкостной промывкой и продувкой сжатым воздухом

Экспериментальные данные	Очистной агент		Забойная мощность, кВт	Тип коронки (зернистость, шт./карат)	Точка определения температуры	Температура, °С		$\frac{t_{расч} - t_{эксп}}{t_{расч}}$, %
	Тип	Расход, 10^{-3} м^3/с				$t_{эксп}$	$t_{расч}$	
Л.К.Горшков [2]	Сжатый воздух	58,3	1,75	01А3 (30–50)	На торце матрицы	310,0	307,8 298,0[x]	-0,71 +4,00[x]
С.А.Волков, Н.В.Соловьев [1]	Техническая вода	0,15	5,00	КАП (600–400)	То же	220,3	215,2	-2,37
		0,183	7,00	КАП (1800)	" "	113,6	105,6	-2,25
					" "	260,0	258,1	-0,7
П.Н.Курочкин [7].	То же	0,08	0,92	Опытная однослойная (30–40)	В $0{,}7 \cdot 10^{-3}$ м от торца матрицы	43,0	47,2	+1,7
					В $3{,}2 \cdot 10^{-3}$ м от торца матрицы	29,0	31,2	+7,3

[x] Результаты расчета по методике Л.К.Горшкова [2].

стоверности полученных формул [6, 9] и их полной пригодности для инженерных расчетов по прогнозу и регулированию температурного режима алмазного породоразрушающего инструмента при бурении скважин с очисткой забоя пеной, технической водой и сжатым воздухом и рекомендуется для применения при разработке технологии бурения и новых конструкций алмазных коронок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волков С.А., Соловьев Н.В. Температурный режим при алмазном бурении // Технология и техника геолого-разведочных работ / Моск. геол.-развед. ин-т. М., 1979. Вып. 3. С. 37-45.

2. Горшков Л.К. Исследование и нормализация теплового режима алмазных коронок при бурении с продувкой воздухом : Автореф. дисс. ... канд. техн. наук / Ленингр. горный ин-т. Л., 1968. 32 с.

3. Горшков Л.К., Климов В.Я., Яковлев А.А. Оценка особенностей процесса алмазного бурения с промывкой пеной (в стендовых условиях) // Изв. вузов. Геология и разведка. 1986. № 3. С. 146-152.

4. Горшков Л.К., Медведев О.П. Рекомендации по технологии алмазного бурения с учетом действия температурного фактора // Геолфонд РСФСР. М., 1983. 50 с.

5. Коваленко В.И., Климов В.Я., Яковлев А.А. Бурение скважин с промывкой пеной. М., 1986. 43 с. (Сер. технол. и техн. геолого-развед. работ, орг. производства: Обзор ВИЭМС).

6. Кудряшов Б.Б., Яковлев А.А. Анализ и расчет температурного поля в теле алмазной коронки // Зап. ЛГИ. 1985. Т. 105. С. 10-16.

7. Курочкин П.Н. Исследование влияния конструктивных элементов алмазного бурового инструмента на его стойкость и механическую скорость бурения : Автореф. дисс. ... канд. техн. наук / Ленингр. горный ин-т. Л., 1965. 26 с.

8. Михеев М.А., Михеева Н.М. Основы теплопередачи. 2-е изд. М. : Энергия, 1977. 344 с.

9. Яковлев А.А. Исследование и разработка технологии алмазного бурения с применением пены : Автореф. дисс. ... канд. техн. наук / Ленингр. горный ин-т. Л., 1987. 18 с.

10. Яковлев А.А. Параметры алмазного бурения с пеной // Создание и совершенствование съемного инструмента для геолого-разведочного бурения // ВИТР. Л., 1986, с. 83-89.