

Литература

1. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB / Р. Гонсалес, Р. Вудс. - М: Техносфера, 2006. – 616 с.
2. Давлетшин М.И. Обработка изображений в системах технического зрения // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: материалы Всероссийской научно-практической конференции студ., аспирантов, молодых ученых и специалистов. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2015. - С. 243 - 245.
3. К.В. Сызранцева. Компьютерный анализ нагруженности и деформативности элементов нефтегазового оборудования. Научное издание.– Тюмень: ТюмГНГУ, 2009.–124с.
4. Сызранцева, К.В. Экспериментально-расчетный метод прогнозирования долговечности изделий в условиях эксплуатации. Журнал «Омский научный вестник», 2009, – № 2 (80). С.97 – 101

**ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ КНБК НА НАБОР ПАРАМЕТРОВ  
КРИВИЗНЫ ПРИ БУРЕНИИ НА ПРИМЕРЕ ДУЛЬСИМИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**С.В. Дашиев**

*Научный руководитель старший преподаватель А.В. Епихин*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Существенное увеличение добычи нефти и газа возможно только при повышении эффективности и качества бурения, в частности, в области строительства наклонно-направленных скважин. Бурение данного типа скважин позволяет существенно снизить расход средств и сократить затраты времени при одновременном повышении эффективности разработки месторождений нефти и газа.

При бурении любая скважина по различным причинам отклоняется от первоначально заданной траектории. Этот процесс называется искривлением. Непреднамеренное искривление называется естественным, а искривление скважин с помощью различных технологических и технических приемов – искусственным. Искусственное искривление в подавляющем числе скважин в России осуществляется за счет включения в компоновку низа бурильной колонны (КНБК) забойных гидравлических двигателей с регулируемым углом перекоса (наиболее распространены винтовые забойные двигатели (ВЗД)) [1], а также за счет телеметрических систем (для контроля correctness траектории скважины).

При строительстве наклонно-направленных и горизонтальных скважин актуальной остается проблема расчета пространственной интенсивности для различных типов КНБК с учетом геометрических особенностей элементов низа бурильной колонны. Сооружение таких типов скважин осуществляется с помощью большого разнообразия технико-технологических характеристик, типоразмеров применяемого оборудования и, соответственно, многочисленных вариаций их взаимного сочетания.

Пространственная интенсивность – это темп отклонения скважины от ее первоначального направления по зенитному и азимутальному углу. И превышение, и недобор пространственной интенсивности при искривлении скважин сопровождается осложнениями процесса бурения. Недостаточное значение пространственной интенсивности является причиной «отставания» от плановой траектории скважины и, как следствие, возможный «недоход» до проектного геологического объекта. Из-за превышенного значения интенсивности происходит усложнение ствола скважины и, как результат, интенсивный износ бурильных труб, повышенный расход мощности силовых приводов, затруднения при спускоподъемных операциях, обрушение стенок скважины, риск «непрохождения» обсадной трубы в открытой ствол скважины и т.д.

В данной работе проведен анализ расчетных значений пространственной интенсивности для бурения типовых секций на Дульсиминском месторождении для бурения интервала скважины долотом диаметром 215,9 мм при различных технико-технологических сочетаниях низа бурильной колонны: винтовой забойный двигатель: различные типоразмеры ВЗД, а также различные значения на регулировочной муфте угла перекоса; телеметрическая система типа APS с гидравлическим каналом связи диаметром 172 мм; УБТ-178 мм: анализ влияния отсутствия и наличия утяжеленных бурильных труб в КНБК.

Для расчетов применялась нижеследующая методика. Геометрические размеры отклонителя, радиус искривления ствола и интенсивность взаимосвязаны следующим соотношением [2]:

$$\frac{573^\circ}{i} = R = \frac{L_1 + L_2}{2 \sin(\alpha - \beta_1 + \beta_2)} \quad (1)$$

где

$$\beta_1 = \arctg \frac{D_n - D_1}{2L_1} \quad (2)$$

$$\beta_2 = \arctg \frac{D_1 - D_1}{2L_2} \quad (3)$$

$i$  - интенсивность искривления, град./10 м;  $R$  – радиус искривления, м;  $L_1$ - длина направляющей секции, равная расстоянию от торца долота до места искривления отклонителя, м;  $L_2$ -длина верхнего плеча отклонителя (силовая секция), м;  $\alpha$  – угол перекоса осей отклонителя, град.;  $\beta_1$ - угол наклона оси направляющей секции к хорде на длине  $L_1$ , град;  $\beta_2$  - угол наклона оси верхнего плеча отклонителя к хорде на длине  $L_2$ , град;  $D_d$ - диаметр долота, м;  $D_1$ - диаметр корпуса направляющей секции(шпинделя) или центратора, установленного в верхней его

части, м;  $D_2$  - диаметр корпуса верхнего плеча отклонителя или центратора, установленного над отклонителем, м;

При установке непосредственно над отклонителем телеметрической системы длиной  $L_3$  и диаметром  $D_3$ , соединенной жестко с отклонителем, радиус скважины рассчитывается по формуле:

$$R' = \frac{L_1 + L_2}{2 \sin(\alpha - \beta_1 + \beta_2')} \quad (4)$$

где

$$\beta_2' = \arctg \frac{D_1 - D_1}{2(L_2 + L_3)} \quad (5)$$

При бурении возможно неравномерное изменение параметров кривизны ствола из-за упругих свойств верхнего плеча КНБК. Равномерное искривление скважины может быть достигнуто за счет установки над отклонителем стабилизатора(калибратора) диаметром меньше диаметра долота от 5 до 15 мм.

Применяя данную методику расчета, можно рассчитать пространственную интенсивность за счет влияния различных геометрических и технологических особенностей различных компоновок низа буровой колонны.

Для двигателя производства Радиус сервис: были проанализированы несколько исполнений: ДРУ2-172РС, ДРУ3-172РС, ДРУ2-172РСФ, ДРУ3-172РСФ. При изготовлении ВЗД, даже двигатели одной серии могут быть с различным исполнением, т.е. отличаться друг от друга длинами двигательной, шпindelной секцией, наличием центратора на шпindelной секции, а также другими геометрическими характеристиками.

В результате, были проанализированы различные КНБК для бурения под эксплуатационную колонну долотом 215,9 мм. Основополагающие факторы выделены следующие: ВЗД типоразмером 172 мм производства компании «Радиус-Сервис» различного исполнения, с отличающимися длинами шпindelной и двигательной секций, наличием/отсутствием центратора на шпindelной секции, различные углы перекоса данных ВЗД. Кроме того, был рассмотрен один из немаловажных факторов: наличие/отсутствие утяжеленной буровой трубы 178 мм над телеметрической системой, наличие которой придает компоновке жесткость, что в свою очередь, снижает возможность компоновки набирать параметры кривизны. Также был рассмотрен вариант с нагружением компоновки больше и меньше критической нагрузки изгиба УБТ-178.

В таблице 1 представлен расчет теоретической возможности набора параметров кривизны для различных типовых КНБК на Дулисьминском месторождении исходя из вышеперечисленных условий.

Таблица 1

Результаты расчета пространственной интенсивности

Тип забойного двигателя	ДРУ2-172РС			ДРУ2-172РС			ДРУ3-172РС			ДРУ3-172РС			ДРУ2-172РСФ			
Номер двигателя	3409			4042			3702			3625			3471			
Длина шпindelной секции, мм	1903			2105			2104			2104			2105			
Длина двигательной секции, мм	6711			4400			5400			5400			4400			
Центратор на шпindelной секции	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ	
УБТ над ТМС	НЕТ	ЕСТЬ	ЕСТЬ	НЕТ	ЕСТЬ	ЕСТЬ	НЕТ	ЕСТЬ	ЕСТЬ	НЕТ	ЕСТЬ	ЕСТЬ	НЕТ	ЕСТЬ	ЕСТЬ	
Диаметр УБТ над двигателем, мм		178	178		178	178		178	178		178	178		178	178	
Внутренний диаметр УБТ, мм		82,6	71,4		71,4	71,4		71,4	71,4		71,4	71,4		71,4	71,4	
Длина УБТ, мм		9570	9450		9450	9450		9450	9450		9450	9450		9450	9450	
Погонный вес УБТ, кг		72,45	158		158	158		158	158		158	158		158	158	
Критическая нагрузка изгиба, т		3	3		6	6		6	6		6	6		6	6	
Осевая нагрузка больше критической нагрузки изгиба УБТ		МЕНЬШЕ	БОЛЬШЕ		МЕНЬШЕ	БОЛЬШЕ		МЕНЬШЕ	БОЛЬШЕ		МЕНЬШЕ	БОЛЬШЕ		МЕНЬШЕ	БОЛЬШЕ	
Наличие изгиба УБТ		НЕТ	ДА		НЕТ	ДА		НЕТ	ДА		НЕТ	ДА		НЕТ	ДА	
Длина УБТ ниже места изгиба, мм		9570	4785		9450	4725		9450	4725		9450	4725		9450	4725	
Пространственная интенсивность	1° 30'	2,57	1,12	1,46	3,37	1,36	1,82	2,95	1,29	1,69	2,95	1,39	1,88	2,97	1,39	1,89
	1° 20'	2,18	1,03	1,40	2,95	1,28	1,77	2,57	1,2	1,64	2,57	1,2	1,64	2,59	1,21	1,64
	1° 09'	1,78	0,74	0,95	2,49	0,95	1,26	2,17	1,37	1,37	2,17	1,01	1,37	2,19	1,01	1,38
	1° 00'	1,44	0,67	0,91	2,12	0,9	1,25	1,83	1,15	1,15	1,83	0,84	1,15	1,85	0,85	1,16
	0° 42'															
Искривления																
Тип забойного двигателя	ДРУ2-172РСФ			ДРУ2-172РС			ДРУ2-172РС			ДРУ3-172РСФ			ДРУ3-172РСФ			
Номер двигателя	3679			4580			4542			4071			3626			
Длина шпindelной секции, мм	2105			2105			2105			2105			2105			

**СЕКЦИЯ 16. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ  
БУРЕНИЯ СКВАЖИН**

Длина двигательной секции, мм	5400			5400			5400			5400			5400			
Центратор на шпindelной секции	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ	ЕСТЬ			ЕСТЬ			
УБТ над ТМС	НЕТ	ЕСТЬ	ЕСТЬ	НЕТ	ЕСТЬ	ЕСТЬ	НЕТ	ЕСТЬ	ЕСТЬ	НЕТ	ЕСТЬ	ЕСТЬ	НЕТ	ЕСТЬ	ЕСТЬ	
Диаметр УБТ над двигателем, мм		178	178		178	178		178	178		178	178		178	178	
Внутренний диаметр УБТ, мм		71,4	71,4		71,4	71,4		71,4	71,4		71,4	71,4		71,4	71,4	
Длина УБТ, мм		9450	9450		9450	9450		9450	9450		9450	9450		9450	9450	
Погонный вес УБТ, кг		158	158		158	158		158	158		158	158		158	158	
Критическая нагрузка		6	6		6	6		6	6		6	6		6	6	
Изгиб, т																
Осевая нагрузка больше критической нагрузки		МЕНЬШЕ	БОЛЬШЕ		МЕНЬШЕ	БОЛЬШЕ		МЕНЬШЕ	БОЛЬШЕ		МЕНЬШЕ	БОЛЬШЕ		МЕНЬШЕ	БОЛЬШЕ	
Изгиб УБТ																
Наличие изгиба УБТ		НЕТ	ДА		НЕТ	ДА		НЕТ	ДА		НЕТ	ДА		НЕТ	ДА	
Длина УБТ ниже места изгиба, мм		9570	4725		9570	4725		9570	4725		9570	4725		9570	4725	
Пространственная интенсивность искривления	1° 30'	2,65	1,32	1,76	2,95	1,29	1,69	2,95	1,29	1,69	3,12	1,44	1,89	3,52	1,51	2,02
	1° 20'	2,31	1,14	1,53	2,57	1,10	1,45	2,57	1,10	1,45	2,78	1,26	1,65	3,13	1,33	1,77
	1° 09'	1,94	0,96	1,28	2,17	0,91	1,18	2,17	0,91	1,18	2,42	1,08	1,41	2,73	1,13	1,50
	1° 00'	1,64	0,80	1,08	1,67	0,67	0,86	1,83	0,74	0,96	1,97	0,85	1,11	2,23	0,89	1,18
	0° 42'				1,16	0,42	0,53	1,16	0,42	0,53	1,51	0,61	0,79	1,72	0,64	0,84

В результате проведенного анализа по определению пространственной интенсивности набора параметров кривизны для различных типовых КНБК на Дулисьминском месторождении, выявлен ряд закономерностей. Для одного и того же типа двигателя: завод-изготовитель Радиус-Сервис поставляет ВЗД с существенно отличающимися длинами шпindelной/двигательной секций, что приводит к сложности в прогнозах способности компоновки на бурение выработать нужную интенсивность набора параметров кривизны. Существенное влияние оказывает центратор шпindelной секции. Являясь второй точкой касания к стенке скважины после долота, существенно повышается способность набора параметра кривизны данным типом забойной двигателя. Отмечается влияние наличия утяжеленных бурильных труб 178 мм над телеметрической системой, а также величины осевой нагрузки на компоновку низа бурильной колонны: при превышении критической нагрузки изгиба УБТ диаметром 178 мм (расчетное значение=6 тонн) [3], вторая точка касания выше долота приходится именно на нее. В результате, интенсивность набора параметров кривизны становится выше.

#### Литература

1. Байбулатов А.А., Двойников М.В., Борисов К.И., Епихин А.В. Современные винтовые забойные двигатели для бурения нефтяных и газовых скважин: учебное пособие – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 86 с.
2. Нормативные документы для проектирования, строительства и эксплуатации объектов ОАО "Газпром" Руководство по технологии бурения эксплуатационных наклонно-направленных и горизонтальных скважин, Москва, 2008, 40 с.
3. Элияшевский И.В. Типовые задачи и расчеты в бурении. – М.: Недра, 1982. – 240 с.

### ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ РАЗВЕДКИ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТОЗОНЫ

**И.А. Егоров, Н.Г. Тимофеев, А.П. Харитонов**

**Научный руководитель профессор Р.М.Скрябин**

**Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, г. Якутск**

В настоящий момент основным способом разведки россыпных месторождений полезных ископаемых Северо-Востока страны, является бурение скважин ударно-канатными станками. Этот способ бурения имеет ряд преимуществ, среди которых следует отметить высокую скорость проходки скважины с одновременным опробованием, возможность бурения в горно-геологических условиях практически любой сложности, а также мобильность и простота конструкции бурового станка. При разведке россыпных месторождений полезных ископаемых бурением скважин ударно-канатными станками достоверность и положительный результат опробования полностью зависят от опыта и грамотного выполнения всех операций при бурении и опробовании буровиком, промывальщиком и геологом, а также от технического состояния бурового оборудования, в частности конструктивных особенностей желонки. Не соблюдение технологии ударно-канатного бурения может привести к погрешностям при оконтуривании пласта песков и подсчете содержания золота, это может стать причиной потери песков с полезными ископаемыми при вскрыше торфов и даже может привести к тому, что