

**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

предприятия могут ввести в разработку фактически непромышленные россыпные месторождения золота или наоборот расценить промышленные россыпи как непромышленные [1, 4]. Основной причиной таких ошибок является миграция металла по забою скважины с верхних горизонтов на нижние, вследствие некачественного желонирования и несоблюдения буровиком интервала отбора проб или выбора неправильной методики разведки геологом. Поэтому при проведении геологоразведочных работ на россыпных месторождениях с целью заверки ранее разведанных площадей ударно-канатным бурением или при проведении разведочных работ на сложных россыпях с крайне неравномерным распределением полезного компонента проходят горные выработки, позволяющие производить отбор большого объема проб. В основном это шурфы и траншеи.

Как правило шурфопроходческие работы при разведке россыпных месторождений в Республике Саха (Якутия) ведутся в осенне-зимний период года. Это объясняется прежде всего отсутствием дорог в труднодоступных районах, где расположены месторождения, что практически делает невозможным транспортировку техники в летний период года по оттаявшим мерзлым грунтам. В настоящий момент шурфопроходческие работы в основном ведутся с помощью буровзрывных работ, с механическим и ручным бурением шпуров с подъемом породы ручным воротком. Данный способ проходки шурфов отличается дороговизной, высокой долей тяжелого ручного труда, малопроизводительностью, и помимо этого, является далеко не безопасным. Повысить производительность и скорость шурфопроходческих работ можно только путем комплексной механизации всех производственных процессов. Этого можно добиться заменой шурфопроходческих работ на бурение скважин большого диаметра с помощью буровых станков [3].

Сложные специфические горно-геологические условия залегания россыпных месторождений Северо-Востока страны, особенности распределения и концентрации полезных компонентов и их низкие промышленные содержания предъявляют особые требования к технике и технологии бурения скважин большого диаметра и отбора проб при их поисках и разведке, которые сводятся к следующему [1]:

1. Сечение скважин, при которых систематическая ошибка в подсчете средних содержаний по скважинам не превышает 5-10%, определяются диаметром скважин в пределах 540-600 мм [1].

2. Максимальная глубина бурения должна быть в пределах 20-25 метров, это позволит производить разведку примерно 90-95% россыпных месторождений страны [3].

3. Объем извлекаемой пробы должен быть близким к теоретическому. Порода должна иметь минимальное нарушение структуры и измельчение. В процессе бурения скважин необходимо исключить «миграцию» полезного компонента, обеспечить полноту его извлечения по интервалам опробования, производить тщательную зачистку плотика. Способ отбора и извлечения пробы из определенного интервала скважины должен исключать возможность ее обогащения или разубоживания породами соседнего интервала [1].

4. Тепловое воздействие бурового процесса на мерзлый массив должно быть минимальным, так как влагонасыщенные дисперсные горные породы в мерзлом состоянии, сцементированные льдом, по прочностным характеристикам приближаются к скальным породам и могут выдерживать значительные нагрузки, но при положительных температурах их прочность резко падает [2]. Это значит, что в зимнее время при соблюдении температурного режима в процессе бурения по мерзлым породам становится возможным бурить скважины большого диаметра без обсадки или с обсадкой только устьевой части.

5. Буровой снаряд должен обеспечивать возможность бурения с величиной интервала от 0,2 метров и возможность бурения по россыпям с большим содержанием валунно-галечных отложений.

6. Буровая установка должна быть самоходной и иметь компактные размеры, а ее транспортная база должна обеспечивать высокую проходимость в условиях бездорожья и пересеченной местности [3].

В качестве буровой установки соответствующей по своим техническим возможностям поставленным требованиям, большой интерес вызывают самоходные буровые установки итальянской компании Tescar модельной линейки «CF», которые пользуются широкой популярностью у буровых компаний по всему миру занимающихся проходкой скважин различного целевого назначения. Особое внимание заслуживают мощные и компактные модели CF 2,5 Compact и CF 3, предназначенные для бурения скважин с применением келли-штанг. Технические характеристики буровых установок приведены в таблице 1.

Таблица 1

Технические характеристики буровых установок Tescar

Модель	Tescar CF 2,5 Compact	Tescar CF 3
Максимальная глубина бурения, м	18	28
Максимальный диаметр, мм	800	1000
Вес, т	7	13
Длина, высота, ширина (в рабочем положении), мм	3973, 4564, 1390	3977, 8844, 2320
Крутящий момент, кНм	35	35

При бурении разведочных скважин большого диаметра по валунно-галечным отложениям сложенных из мерзлых пород высокой категории буримости целесообразно применять в качестве бурового снаряда колонковые буры, пневмоударники, шарошки или их комбинации.

При бурении скважин колонковым способом разрушение породы происходит по кольцевому забою, следовательно, при проходке скважин большого диаметра колонковыми бурами концентрация осевой нагрузки происходит на меньшей площади забоя, за счет этого возрастает производительность бурения. Также следует отметить, что при бурении по сложным россыпям с наличием крупных валунов, проходка шнеком или

ковшесбором становится неэффективным.

Основными недостатками при бурении скважин большого диаметра колонковыми бурами являются проблемы с отрывом и удержанием керна внутри колонковой трубы. Но в основном эти осложнения возникают при бурении скважин по монолитным скальным породам или по слабо цементированным крупнообломочным отложениям. Как утверждают производители при бурении колонковыми бурами по благоприятным разрезам, в 60-70% керн без проблем отрывается от забоя и остается внутри колонковой трубы. В тех случаях, когда керн невозможно оторвать от забоя, его разбураивают с помощью шнека.

В настоящий момент при проходке скважин большого диаметра под фундаменты зданий или мостов, набирает популярность бурение с помощью кластерных пневмоударников. Конструкция этого снаряда представляет собой корпус, внутри которого размещены несколько погружных пневмоударников, расставленные так чтобы при вращении бурового снаряда разрушение породы происходило по всей площади забоя. Разрушенная порода продувается вверх по кольцевому зазору и оседает в «шламоулавливающей корзине». Из недостатков следует отметить, что для эффективной работы кластерного пневмоударного снаряда с диаметром около 600-700 мм потребуются подача воздуха в районе 80-100 м<sup>3</sup>/мин. Это значит, что для работы такого снаряда необходимо будет провести воздушную магистраль объединив две или три самых мощных передвижных компрессоров с дизельными двигателями от компании Atlas Copco XAS 1600 CD6, каждая из которых обеспечивает подачу воздуха равную 45 м<sup>3</sup>/мин при рабочем давлении 8 атмосфер. Решить этот недостаток можно путем совершенствования конструкции воздухораспределителя кластерного пневмоударного снаряда, сделав так, чтобы пневмоударники внутри снаряда работали строго поочередно и с высокой частотой.

Также большой интерес вызывает метод бурения с обратной циркуляцией воздушного очистного агента (Reverse Circulation Drilling), который завоевывает все большую популярность среди горнорудных компаний по всему миру. Для бурения применяются двойные бурильные трубы. Разрушение породы происходит как правило с помощью пневмоударника, но иногда применяют и шарошечные долота. Сжатый воздух от компрессора подается на забой по межтрубному пространству двойной бурильной трубы, а разрушенная порода выносится на дневную поверхность вместе с отработанным воздухом по внутренней трубе. В настоящий момент данным способом можно бурить скважины с диаметром до 600 мм. Основным преимуществом RC-бурения является возможность опробования шлама одновременно с буровым процессом и высокая скорость проходки. Теоретически к недостаткам можно отнести, осложнения, которые могут возникнуть при бурении мерзлых пород с большим содержанием льда, вследствие теплового воздействия бурового процесса на лед и их последующего примерзания внутри трубы.

Таким образом, в статье предложены современные существующие способы бурения скважин большого диаметра, которые представляют большой интерес для дальнейшего исследования при разработке новых способов и техники разведки или заверки россыпных месторождений полезных ископаемых в условиях распространения многолетнемерзлых пород.

#### **Литература**

1. Брылин В.И. Бурение скважин на россыпи: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2000. - 104 с.
2. Курилко А.С. Моделирование тепловых процессов в горном массиве при открытой разработке россыпей криолитозоны. - Новосибирск: Академическое издательство “Гео”, 2011. - 139 с.
3. Скрыбин Р.М., Тимофеев Н.Г. Разработка бурового снаряда для бурения скважин большого диаметра (Ø 500 мм и более) на разведке россыпных месторождений Севера // Вестник Северо - Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова, 2012. Т.9, №1. - С. 85 - 90
4. Чемезов В.В. Образование техногенных россыпей - результат неполного выявления и использования запасов целиковых // Маркшейдерский вестник, 2007. № 1, - С. 14 - 9.

### **ОСЛОЖНЕНИЯ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН В МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОДАХ, И СПОСОБЫ БОРЬБЫ С НИМИ**

**Н. С. Ефименко**

*Научный руководитель д.т.н., профессор В. М. Подгорнов  
Российский государственный университет нефти и газа (национальный  
исследовательский университет) имени И. М. Губкина, Москва, Россия*

Месторождения газа Западной и Восточной Сибири расположены в зоне повсеместного распространения вечномерзлых пород, где традиционные технические и технологические решения по освоению месторождений часто неэффективны, а иногда и вообще неприемлемы.

Анализ фактических материалов по бурению в различных геолого-географических и мерзлотных условиях показывает, что основными препятствиями для бурения скважин в мерзлых породах являются:

- Разрушение ( растепление ) мерзлых стенок скважин и возникновение обвалов породы;
- неудачи при цементировании скважин в толще мерзлых пород;
- частые явления смятия обсадных труб в скважинах;
- трудности оборудования устья скважин в мерзлых породах;
- неудовлетворительная организация работ, часто без учёта специфики районов Крайнего севера.

Технология бурения скважин в вечномерзлых горных породах, сцементированных льдом, резко отличается от технологии бурения аналогичных пород, не подвергающихся промерзанию. Во время бурения скважины,