

2. Рогов В.В. Теплообменные процессы в криолитозоне и их использование при оптимизации технологии крепления скважин: Автореферат. Дис. ... канд. технич. наук. – Ухта, 2013г. – 19 с.
3. Чарный И.А. Неустановившееся движение реальной жидкости в трубах. – М.: Недра, 1975. – 296 с.
4. Седов В.Т. Теплообмен при бурении мерзлых пород. – М.: Недра, 1990. – 127 с.
5. Зверев Г.В, Тарасов А.Ю. Расчет и анализ воздействия многолетнемерзлых пород на крепление скважины №338 Ванкорского месторождения в период эксплуатации//ISSN 2224-9923. Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – Иркутск, 2013. – № 8. – С. 41 – 51.

## АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ВИНТОВЫХ ЗАБОЙНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВА КОМПАНИЙ ООО «РАДИУС-СЕРВИС» И ООО «ВНИИБТ-БУРОВОЙ ИНСТРУМЕНТ» НА ДУЛИСЬМИНСКОМ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

**В.В. Мельников**

*Научный руководитель старший преподаватель А.В. Епихин*

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

Лидерами отечественного нефтегазового машиностроения в области изготовления винтовых забойных двигателей (ВЗД) являются фирмы ООО «Радиус-Сервис» и ООО «ВНИИБТ-Буровой инструмент». Заказчиками бурового оборудования у данных компаний, являющиеся крупнейшие нефтегазовые компании России, такие как: НК «Роснефть», ООО «Газпром», ОАО «НГК Славнефть», ЗАО «ССК, ЗАО «Русь-Ойл» и другие [1-4]. В рамках данной научной работы был проведен анализ применения ВЗД данных производителей на примере Дулисьминского нефтегазоконденсатного месторождения.

Дулисьминское нефтегазоконденсатное месторождение (ДНГКМ) - крупное месторождение, расположено в Киренском районе Иркутской области в 90 км северо-западнее г. Киренска и 80 км магистрального нефтепровода (МНП) ВСТО, в 70 км на северо-восток от Ярактинского НГКМ [5]. Основным буровым оборудованием для проводки скважин на данном месторождении на сегодняшний день являются винтовые забойные двигатели производства «Радиус-Сервис» и «ВНИИБТ-Буровой инструмент» различного типоразмера от 240 мм, применяемых при бурении под направление и кондуктор, до 120 мм, необходимые для бурения горизонтального участка ствола скважины под хвостовик.

При выборе двигателя необходимо учитывать условия бурения каждой конкретной скважины. Для получения высоких технико-экономических показателей и безотказной работы ВЗД следует учитывать ряд факторов: требуемые условия для достижения плановых параметров скважины; проходимость КНБК в скважину с установленным углом перекоса двигателя; забойные температуры; работоспособность буровых насосов, для создания требуемого перепада давления и создания крутящего момента на валу двигателя (порядка 30-40 атм.); контроль максимально допустимой осевой нагрузки, приведенной в долотной программе [4].

Отметим, что последние три фактора являются основополагающими при достижении межремонтного периода (МРП), установленных заводом изготовителем и лабораторией по ремонту и обслуживанию ВЗД ООО «ВОСТОК». Межремонтный период достигается путем наработки на двигатель, рассчитываемой из часов циркуляции бурового раствора в скважине. Значения МРП для ассортимента двигателей ДНГКМ: 240 мм – 150 часов циркуляции; 172 мм – 200 часов циркуляции; 120 мм – 150 часов циркуляции.

Для анализа эксплуатации винтовых забойных двигателей производства компаний ООО «Радиус-Сервис» и ООО «ВНИИБТ-Буровой инструмент» на Дулисьминском НГКМ Иркутской области была сделана выборка 24 забойных двигателя трех типоразмеров (120 мм, 172 мм, 240 мм). Исследование заключалось в оценке работоспособности оборудования, контроле достижения критических значений люфтов, а также достижении или не достижении МРП. Анализ производился по отчетной документацией (суточные рапорты, сведения о наработке оборудования) ООО «ВОСТОК» на ДНГКМ и личной регистрации показаний люфтов и визуального осмотра ВЗД.

В таблице 1 представлены полученные в ходе анализа результаты осмотра ВЗД типоразмера 240 мм, предназначенных для бурения в основном вертикальных участков ствола скважины под направление и под кондуктор [6, 7].

**Таблица 1**

**Результаты анализа технического состояния ВЗД типоразмера 240 мм**

Производитель	Маркировка	Время работы, ч			Проходка, м	Люфты (ос/рад/ танг) мм/мм/град	Комментарии
		Бурение	Промывка и проработка	Циркуляция общая			
ВНИИБТ	ДГР-240М №79	112,6	43,85	156,45	2103	4/1/0	Исправен, достиг МРП
ВНИИБТ	ДГР-240М №84	65,24	55,99	121,23	1672,35	6/1/0	Не исправен (после ремонта)
ВНИИБТ	ДГР-240М №82	30	14,9	44,9	147	3/3/90	Слить БР не удалось, вал заклинен
ВНИИБТ	ДГР-240М №88	52,7	20,66	73,36	930	1/1/0	Исправен
РС	ДРУ-240РС №5410	74,6	64,8	139,4	1843	2/1/0	Исправен
РС	ДРУ-240РС №5420	86,12	68	154,12	1482,2	3/1/0	Исправен, достиг МРП
РС	ДРУ-240РС №5230	78,04	71,3	149,34	2230,1	2/0/0	Исправен
РС	ДРУ-240РС №5110	102,1	62,09	164,19	2412	4/2/30	Исправен, достиг МРП

## СЕКЦИЯ 16. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ БУРЕНИЯ СКВАЖИН

Двигатели, представленные в таблице 1, эксплуатировались в аналогичных технологических и геологических условиях на кустовых площадках Дулисьминского месторождения. Можно сделать вывод, что ВЗД производства компании ООО «ВНИИБТ-Буровой инструмент» для данных условий бурения продемонстрировали не лучшие показатели работы. Лишь два из четырех представленных двигателей соответствуют требованиям для дальнейшей эксплуатации после ревизии КНБК, один из которых достиг значения МРП. ВЗД № 84 и № 82 оказались непригодны для бурения. В первом случае производился плановый подъем КНБК по достижении проектного забоя, но по результатам осмотра двигателя было выявлено, что вал ВЗД не соответствует требованиям, осевой люфт оказался выше норм и равен 6 мм. Во втором случае, в процессе бурения были выявлены скачки давления в линии нагнетания бурового раствора, что не дает возможности продолжать процесс бурения. Было принято решение произвести подъем КНБК для ревизии. Результаты: вал двигателя заклинен, слить буровой раствор не удалось. Возможные причины: разрушение обкладки статора двигателя, в результате некачественной очистки бурового раствора. Двигатели производства ООО «Радиус-Сервис», представленные данным типоразмером зарекомендовали себя как качественное оборудование. Все ВЗД оказались исправными в результате ревизии КНБК. Лишь в одном случае на двигателе № 5110 были выявлены значимые значения люфтов: осевой – 4 мм, радиальный – 2 мм, тангенциальный – 30 градусов. Но даже эти значения позволяют использовать ВЗД для дальнейшего бурения.

Далее были рассмотрены винтовые двигатели заявленных производителей типоразмера 172 мм, предназначенные для бурения наклонно-направленных участков ствола скважины, под эксплуатационную колонну. В таблице 2 представлены полученные в ходе анализа результаты осмотра ВЗД [6, 7].

**Таблица 2**

**Результаты анализа технического состояния ВЗД типоразмера 172 мм**

Производитель	Маркировка	Время работы, ч			Проходка, м	Люфты (ос/рад/танг) мм/мм/град	Комментарии
		Бурение	Промывка и проработка	Циркуляция общая			
ВНИИБТ	ДГР-172 №313	112	84,04	196,1	1801	3/0/0	Рост давления, зашламовывание фильтра
ВНИИБТ	ДГР-172 №308	109	126,1	235,1	769	4/0/0	Отворот шпиндельной секции
ВНИИБТ	ДГР-172 №316	101,38	94,48	195,86	1012	4/1/0	Исправен
ВНИИБТ	ДГР-172 №310	94,05	80,04	174,09	980,16	11/4/0	При сливе БР, слышен хруст подшипников
РС	ДРУ-172РС №5305	140,06	83,26	223,32	1619,15	4/1/0	Исправен, достиг МРП
РС	ДРУ-172РС №5308	99,95	74,09	174,04	1203,12	2/1/0	Исправен
РС	ДРУ-172РС №5220	74,54	65	139,54	1301	5/2/0	Не исправен (после ремонта)
РС	ДРУ-172РС №5429	121,03	79,54	200,57	1527,67	8/4/360	Не исправен

Согласно таблице 2 в большинстве случаев при эксплуатации данного типоразмера возникают проблемы. Это может быть связано с более продолжительными рейсами, с высокой интенсивностью искривления ствола скважины, высокими нагрузками на инструмент. Рассматривая работу ВЗД производства ООО «ВНИИБТ», можно сделать выводы: двигатель № 313 был выведен из эксплуатации по причине засорения фильтра и как следствие роста давления на забое; ВЗД № 308 был поднят на поверхность в результате падения механической скорости бурения и плавного падения давления нагнетания в процессе бурения, в результате визуального осмотра было обнаружено, что шпиндельная секция двигателя находится в ослабленном состоянии, что является заводским браком. ДГР-172 № 310 после ревизии КНБК был отправлен в ремонт по причине износа вала двигателя (высокие значения люфтов) и неисправности подшипников шпинделя ВЗД. Таким образом, лишь один из рассмотренных двигателей оказался исправным. Анализируя ВЗД производства ООО «Радиус-Сервис» два двигателя оказались пригодными к эксплуатации, на двух других были выявлены высокие показатели осевых люфтов. Так, на двигателе № 5429 по достижении времени МРП вал свободно вращался «от руки» и имел свободное хождение 8 мм.

Также была рассмотрена выборка двигателей типоразмера 120 мм, используемых для бурения горизонтальных участков ствола скважины, расположенных в пласте-коллекторе. В таблице 3 приведены результаты анализа [6, 7].

**Таблица 3**

**Результаты анализа технического состояния ВЗД типоразмера 120 мм**

Производитель	Маркировка	Время работы, ч			Проходка, м	Люфты (ос/рад/танг) мм/мм/град	Комментарии
		Бурение	Промывка и проработка	Циркуляция общая			
ВНИИБТ	ДГР3-120 №162	45,42	49,26	94,68	497	6/1/0	Не исправен (после ремонта)
ВНИИБТ	ДГР3-120 №157	68,09	23,51	91,6	691,18	8/2/0	Не исправен
ВНИИБТ	ДГР3-120 №158	55,05	27,14	82,19	597,99	6/1/0	Исправен
ВНИИБТ	ДГР3-120 №165	78,4	58	136,4	714,2	4/1/0	Приближен к МРП
РС	ДРУ-120 №5430	29,63	26,41	56,04	250	10/1/0	Отворот шпиндельной секции
РС	ДРУ-120 №5430	23,6	30,16	53,76	280	3/0/0	Исправен
РС	ДРУ-120 №5430	18,43	27,11	45,54	220,92	10/1/0	Не исправен
РС	ДРУ-120 №5430	81,65	76,49	158,14	461,5	10/2/0	Не исправен

В большинстве случаев ВЗД не достигли порога МРП в связи с износом вала двигателя. Критические значения осевого люфта для данного типоразмера после ремонта составляют 4 мм, максимально допустимый при эксплуатации 8 мм. Исходя из таблицы гидравлические машины производства компании ООО «ВНИИБТ-Буровой инструмент» зарекомендовали как более износостойкие.

Резюмируя, сделан вывод, что анализ работы винтовых забойных двигателей производства компаний ООО «ВНИИБТ-Буровой инструмент» и ООО «Радиус-Сервис» на Дулисьминском нефтегазоконденсатном месторождении, производился в соответствии с действующими нормативными документами на отработку ВЗД ООО «ВОСТОК», действующими сведениями о наработке ВЗД и паспортами на представленное оборудование завода-изготовителя. Наиболее уязвимой частью рассмотренных ВЗД являются элементы рабочей пары ротор и статор, что подтверждает актуальность исследовательских работ в данном направлении.

#### Литература

1. Лебедев В.В. Учебник инженера по бурению горизонтальных скважин./ учебник – Москва. – 413 с.
2. ООО «Радиус-сервис». [Электронный ресурс]//Официальный сайт: <http://radius-s.ru> [дата обращения: 20.12.2016].
3. ООО «ВНИИБТ». [Электронный ресурс]//Официальный сайт: <http://www.vniibt-bi.ru> [дата обращения: 20.12.2016].
4. Паспорта винтовых забойных двигателей ООО «Радиус-Сервис», ООО «ВНИИБТ-Буровой инструмент»
5. Нефтяники.РФ [Электронный ресурс]// Официальный сайт: [http://www.nftn.ru/oilfields/russian\\_oilfields/](http://www.nftn.ru/oilfields/russian_oilfields/) [дата обращения: 28.12.2016].
6. Сведения о наработке ВЗД на кустовых площадках ДНГКМ ООО «ВОСТОК» СННБ (суточные рапорта, протоколы осмотров).
7. Регламент на ревизию ВЗД ООО «ВОСТОК» СННБ.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НИТРАТА КАЛЬЦИЯ НА СВОЙСТВА ТАМПОНАЖНОГО ЦЕМЕНТА

К.О. Мешкова

*Научный руководитель доцент А.Л. Неверов*

*Сибирский федеральный университет, институт нефти и газа, г. Красноярск, Россия*

Цементирование - самый сложный и ответственный этап при строительстве скважин, ведь от него зависит долговечность, качество и безопасность добычи углеводородов. Тампонирование может осуществляться в самых различных условиях (глубина скважины, климат, осложнения и прочее). Поэтому для регулирования свойств цемента используют различные добавки.

На сегодняшний день, самое большое потребление цемента приходится на строительную промышленность, далее на строительство мостов, дорог и только потом на нефтегазовую отрасль, а именно на строительство скважин и платформ. Исходя из этого, можно сказать, что все добавки для улучшения качества цемента (прочностные характеристики, время загустевания, коррозионная устойчивость и прочее) первоначально проектируются и исследуются для строительных цементов, и только потом «копируются» и подбираются для цементов других отраслей, в частности, для нефтегазовой. Следовательно, подбирая добавки для тампонажных цементов, следует сначала изучить спектр добавок для строительных.

Современный ритм жизни сегодня требует улучшения качества цементирования при высоких скоростях выполнения работ. Зачастую, не мало важно иметь бетон с достаточно высокой прочностью на ранних стадиях. Для получения такого бетон использовались различного рода добавки - ускорители. Хлорид кальция в этой индустрии был наиболее часто применяемой добавкой. Однако, как показала практика, присутствие хлорида у таких добавок подвергает коррозии металлические стержни, контактирующих непосредственно с бетоном. Вследствие чего ухудшалось качество бетона и безопасность таких конструкций. Это послужило причиной поиска, исследований и испытаний таких добавок - ускорителей, в составе которых не содержатся хлориды.

В нефтегазовой отрасли существуют такие же проблемы, как и в строительной индустрии – это усадка цемента, трещинообразование, коррозия (обсадных труб). Основной причиной потери герметичности обсадных колонн является коррозия по наружной поверхности, интенсивность которой определяется наличием и качеством цементного кольца за эксплуатационными колоннами. [1] Качественное цементирование существенно снижает интенсивность коррозии обсадных колонн за счет снижения термодинамической возможности коррозии вследствие высокого значения pH [2]. В промышленных условиях эксплуатации уменьшение потерь от коррозии может быть достигнуто при помощи введения в агрессивную среду специальных веществ, которые снижают коррозию. [3] Такие вещества называются замедлителями, или ингибиторами, коррозии. Таким образом при цементировании скважин так же следует обратить внимание на безхлористые добавки - ускорители, которые не будут вызывать коррозию обсадных труб.

Анализ публикаций Додсона, Найгаарда и Джастнеса и др. [4-9] показал, что нитрат кальция можно применять в качестве добавки - ускорителя, который помимо хороших прочностных показателей так же может выступать как замедлитель коррозии у металла, контактирующего с цементом и достаточно эффективен при низких температурах, т.е. вполне может выступать в качестве противоморозной добавки. Так же в 2012 г. на базе Красноярского машиностроительного завода были проведены исследования по получению комплексных