

Экологические вызовы при строительстве скважин в Ненецком автономном округе и пути их решения

Паршукова Л.А.¹, Дерябин А.В.²

¹ФГБОУ ВО Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

²ПАО «Сургутнефтегаз», Сургут, Россия

parshukoval@tyuiu.ru

Аннотация

В настоящее время Ненецкий автономный округ (НАО) — моноотраслевой экспортноориентированный субъект РФ, вся территория которого входит в Арктическую зону, представляющую экологически уязвимую природную среду. Базовая отрасль, формирующая экономику региона, — это добыча углеводородов. Увеличение объемов добычи влечет ухудшение экологической ситуации.

Материалы и методы

Материалы: фактические данные строительства наклонно направленной с горизонтальным окончанием скважины в НАО; технологический регламент на «Обоснование расположения добывающих/нагнетательных скважин кустовых площадок в условиях наличия многолетнемерзлых пород»; программный комплекс «Отходы 3.0» серии «Эколог»; федеральный классификационный каталог отходов.

Методы. Проанализированы основные проектные решения по сохранению многолетнемерзлых пород. Выполнена оценка экологической безопасности буровых отходов расчетным методом.

Ключевые слова

строительство скважин, класс опасности отходов бурения, растепление ММП, термокейс

Для цитирования

Паршукова Л.А., Дерябин А.В. Экологические вызовы при строительстве скважин в Ненецком автономном округе и пути их решения // Экспозиция Нефть Газ. 2022. № 4. С. 57–60. DOI: 10.24412/2076-6785-2022-4-57-60

Поступил в редакцию: 26.03.2022

ECOLOGY

UDC 504.06 | Original Paper

Environmental challenges during well construction in the Nenets Autonomous Okrug and ways to solve them

Parshukova L.A.¹, Deryabin A.V.²

¹Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia,

²“Surgutneftegas” PJSC, Surgut, Russia

parshukoval@tyuiu.ru

Abstract

Currently, the Nenets Autonomous Okrug (NAO) is a single-industry export-oriented subject of the Russian Federation, the entire territory of which is included in the Arctic zone. The basic industry that forms the economy of the region is the extraction of hydrocarbons. An increase in production volumes leads to a deterioration of the environmental situation.

Materials and methods

Materials: actual data on the construction of a directional well with a horizontal completion in the Nenets Autonomous Okrug; technological regulations for “Justification of the location of production/injection wells of cluster sites in the presence of permafrost”; software complex “Waste 3.0” series “Ecologist”; federal classification catalog of waste.

Methods. The main design solutions for the conservation of permafrost are analyzed. An assessment of the environmental safety of drilling waste was carried out by the calculation method.

Keywords

well construction, drilling waste hazard class, MMP thawing, thermocase

For citation

Parshukova L.A., Deryabin A.V. Environmental challenges during well construction in the Nenets Autonomous Okrug and ways to solve them. Exposition Oil Gas, 2022, issue 4, P. 57–60. (In Russ). DOI: 10.24412/2076-6785-2022-4-57-60

Received: 26.03.2022

Введение

Актуальность работы обусловлена неизбежными экологическими вызовами при строительстве скважин в Ненецком автономном округе (НАО), входящем в Арктическую зону РФ, и необходимостью их решения. Нефтегазовая отрасль как у нас в стране, так и за рубежом, несмотря на постоянное совершенствование техник

и технологий производственных процессов, до сих пор является одной из наиболее потенциально опасных по загрязнению окружающей среды. При строительстве скважин в НАО неизбежны криогенные процессы, связанные с деградацией многолетнемерзлых пород (ММП), оказывающие негативное влияние на экологическую обстановку, также неизбежны и отходы бурения.

В данной статье представлены результаты промышленного применения термокейса для предотвращения слияния ореолов протаивания соседних скважин, что позволяет уменьшить расстояние между устьями скважин, сократить размеры кустовой площадки и объемы грунта для ее отсыпки и обваловки, снизить трудозатраты и стоимость строительства скважин, улучшить экологическую

обстановку. В работе приведены результаты установления класса опасности отходов бурения расчетным методом, без траты времени на лабораторные исследования. Корректность результатов расчетного метода подтверждается итогами биотестирования в аккредитованной независимой лаборатории.

Краткие сведения по строительству наклонно направленных с горизонтальным окончанием скважин на месторождениях НАО

В таблицах 1–6 приводятся сведения по технико-технологическим параметрам строительства одной из скважин.

Основные проектные решения по сохранению окружающей природной среды

Для сохранения ММП в мерзлом состоянии и предотвращения протаивания и неравномерных осадков основания вертикальной планировкой предусмотрена отсыпка площадок высотой не менее 2 м (при высоте отсыпки менее 1,8 м предусмотрена укладка материала Пеноплекс-45 толщиной 5 см как теплоизоляционного материала).

Отсыпку площадок следует вести в зимний период после промерзания грунта основания на глубину не менее 0,30 м, грунтом влажностью не более 10 %, слоями не более 0,3 м с уплотнением каждого слоя и обязательным контролем качества уплотнения.

При сооружении насыпи используется геотекстиль «Геоманит» в качестве армирующей прослойки, устраиваемой в нижней части насыпи, что позволяет повысить устойчивость основания насыпи земляного полотна площадок, снизить величину и неравномерность осадки. По периметру площадок запроектировано устройство обвалования высотой 1,0 м, шириной по верху 0,5 м. Для обеспечения устойчивости откосов от размыва атмосферными осадками и ветровой эрозии проектом предусмотрено укрепление откосов земляного полотна геоматами МТД 1-15 (300).

Поверх геомата засыпается торфо-песчаная смесь (40 % торфа, 60 % песка)

толщиной 8 см с посевом трав. Для предотвращения загрязнения окружающей среды в верхней части насыпи площадок устраивается геомембрана «Carbofol» (либо аналогичные материалы), по поверхности которой собираются стоки в лоток и направляются в емкость дождевых стоков. Сверху геомембраны предусмотрен защитный слой толщиной 0,3 м из песчаного грунта.

Исходя из опыта строительства и эксплуатации нефтедобывающих скважин при кустовом способе их размещения, можно предположить возникновение осложнений, вызываемых процессами оттаивания и обратного промерзания ММП. Эти осложнения способны привести к образованию приустевых воронок, смятию обсадных колонн давлением обратного промерзания водосодержащих масс в межколонном и заколонном пространстве, несмотря на вышеописанные меры по недопущению растепления ММП.

На Новопортовском НГКМ, расположенном в тундре ЯНАО вдали от транспортной

и энергетической инфраструктуры (аналогичного по размещению скважин в НАО), опробован способ оптимизации размещения скважин на кустовых площадках с целью сокращения расстояния между скважинами без осложнений, связанных с растеплением ММП при бурении и эксплуатации. Эффективным решением, позволяющим уменьшить зону растепления мерзлых пород вокруг скважины, является применение теплоизолирующих направлений (термокейсов). Термокейс — конструкция из двух стальных труб 426/630 мм с заполнением межтрубного пространства теплоизолирующим материалом — пенополиуретаном [1].

В результате внедрения данной технологии было достигнуто сокращение расстояния между устьями скважин с 20 до 9 м. В результате длина кустовой площадки сократилась с 500 до 360 м, что привело к сохранению площади тундры в 12,9 тыс. м². Уменьшились затраты на инженерную подготовку и сократилось время по отсыпке кустовых площадок [2].

Табл. 1. Конструкция наклонно направленной с горизонтальным окончанием скважины на одном из месторождений НАО

Tab. 1. Construction of curved well with horizontal ending at one of the fields in the NAO

Наименование колонны	Диаметр, мм	Тип соединения	Глубина (по вертикали), м	Высота подъема тампонажного раствора, м
Направление	426	НОРМ КБ	30	до устья
Кондуктор	323,9	ОТМА	500	до устья
Промежуточная	244,5	Батресс	2 350	до устья
Эксплуатационная	177,8	Батресс	4 100	на 250 м по стволу выше башмака промежуточной колонны
Хвостовик — фильтр	114,3	Батресс	в интервале 3 950–4 130	нецементируемый
Пилотный ствол	220,7	-	в интервале 3 000–4 300	заливка при ликвидации

Примечание: Предусмотреть установку фильтров с заколонными разбухающими пакерами с расчетом установки через 100 м

Длина горизонтальной части ствола 1 000 м

Табл. 2. Конструкция скважин с термокейсом
Tab. 2. Construction of wells with a thermocase

Конструкция скважины	Диаметр долота, мм	Глубина спуска (по вертикали/стволу), м	Назначение обсадной колонны
Термокейс — направление Ø 630/426 мм	393,7 с расширителем РШ 730	30/30	Направление термокейс изготавливается из стальных труб диаметром 426 и 630 мм по технологии «труба в трубе» с заполнением межтрубного пространства теплоизолирующим материалом — пенополиуретаном (ППУ). Затем термокейс спускают в скважину, и заколонное пространство цементируют. Термокейс предотвращает растепление ММП, уменьшает размеры кустовой площадки, сохраняет окружающую среду в районе расположения скважины
Кондуктор Ø 323,9 мм	393,7	500/500	Перекрытие неустойчивых слабосцементированных водонасыщенных песков, песчаников и глин, предотвращение осложнений при бурении под техколонну, связанных с осыпками и обвалами стенок и растеплением ММП. Глубина спуска кондуктора принимается 500 м по вертикали с установкой башмака в интервал устойчивых пород. Колонна оборудуется центрирующими фонарями и обратным клапаном типа ЦКОД, направляющим башмаком. Комплектуется обсадными трубами диаметром 244,5 мм с резьбовыми соединениями БТС
Техническая Ø 245,0 мм	295,3	2 350/2 400	Для перекрытия водонасыщенных интервалов 710–930 м, 2 080–2 090 м, 2 140–2 160 м
Эксплуатационная колонна Ø 178 мм	220,7	4 100/4 501	Цементирование колонны одноступенчатым способом с подъемом тампонажного раствора до устья. Комплектуется обсадными трубами отечественного производства диаметром 178 мм, марка стали – Д, Е с резьбовыми соединениями БТС. Оснастка ЭК включает направляющий башмак, обратный клапан ЦКОД-М, центрирующие фонари
Хвостовик Ø 114,3	152,4	4 130/5 501	Спуск хвостовика диаметром 114,3 мм с целью добычи нефти производится на бурильных трубах и фиксируется в ЭК на пакерующем устройстве ПХН 114/178

Авторы предлагают провести ОПР с применением термокейса на рассматриваемом месторождении. При этом произойдут изменения в конструкции скважины (табл. 2).

При строительстве скважин экологически значимым является процесс промывки, включающий технологические операции приготовления, циркуляции и обработки буровой промывочной жидкости.

Составы буровых растворов, применяемых на месторождении

В таблице 3 представлены сведения об основных реагентах, используемых при приготовлении буровых растворов.

Оценка экологической безопасности буровой промывочной жидкости расчетным методом

Установление класса опасности отходов бурения (отработанный буровой

раствор (ОБР), буровой шлам (БШ), буровые сточные воды (БСВ)) может быть проведено экспериментальным, лабораторным методом, биотестированием и т.д. Это все требует длительных затрат времени на проведение эксперимента, поэтому в статье приводятся данные, полученные расчетным методом.

Оценка экологической безопасности буровой промывочной жидкости проводится путем установления класса опасности отхода (БШ, ОБР, БСВ) расчетным методом с применением программного комплекса «Отходы 3.0» серии «Эколог» в соответствии с [3].

Согласно расчету класса опасности отхода, отработанный буровой раствор, буровой шлам и буровые сточные воды относятся к IV классу опасности для окружающей среды.

Исходя из [3] расчетные данные об установлении класса опасности отхода необходимо подтвердить результатами

биотестирования. Биотестирование, проведенное аккредитованной испытательной лабораторией на двух тест-объектах, подтвердило расчетный класс опасности отходов. Опыт работы в области проектирования строительства скважин показывает постоянство 4 класса опасности отработанного бурового раствора на биополимерной основе, варьирование компонентов и добавок не оказывает существенного влияния на изменение класса опасности отхода, в связи с их незначительным присутствием по отношению к общей массе отхода.

В соответствии с Регламентом по переработке и последующему использованию отходов бурения на месторождениях [4] и технологией обезвреживания отходов бурения методами химической коагуляции в блоках флокуляции и коагуляции мобильной комплексной установки по переработке бурового шлама (КУПБШ), смонтированной

Табл. 3. Реагенты, используемые при приготовлении буровых растворов

Tab. 3. Components of drilling fluids used at the field

Наименование компонента	Класс опасности
Техническая вода	4
Пластовая минерализованная вода	4
Бентонитовый глинопорошок ПБМВ	4
ПАЦ Celpol SL	3
ПАЦ AquaPAC-LV	3
Крахмал Фито-РК	4
Биополимер Гамаксан	4
KCl	3
ПАВ ПКД-515	4
Лубриол (ЗГВ-205)	3
Бактерицид сонцид-8104	3
Пенегаситель ПЭС-1	4
Мраморная крошка Uralcarb	4

Табл. 5. Отходы при добыче нефти и газа (отработанный буровой раствор)

Tab. 5. Waste from extraction of oil and gas (used drilling fluids)

Название компонента	C _i , мг/кг	W _i , мг/кг	K _i
Влажность (вода)	980000.000	1000000.00000	0.98000
Цинк	6400.000	3727.59400	1.71693
Никель	500.000	1930.69800	0.25897
Медь	400.000	2404.09900	0.16638
Нефтепродукты	900.000	15199.11100	0.05921
Железо	5600.000	2346.22900	2.38681
Кадмий	200.000	48.32900	4.13830
Кальций	3200.000	4641.58900	0.68942
Марганец	500.000	3511.19200	0.14240
Свинец	800.000	701.70400	1.14008
Сульфат-ионы	1500.000	10000.00000	0.15000
ИТОГО	1000000.000		11.82851

Примечание:

Состав отхода определен полностью. $\sum K_i = 11.829$; $10 < \sum K_i < = 100$.
Класс опасности отхода: 4.

1. C_i — концентрация i-го компонента в отходе.
2. W_i — коэффициент степени опасности i-го компонента опасного отхода для ОПС.
3. K_i = C_i/W_i — показатель степени опасности i-го компонента опасного отхода для ОПС.

Табл. 4. Отходы при добыче нефти и газа (буровой шлам)

Tab. 4. Waste from extraction of oil and gas (drilling cuttings)

Название компонента	C _i , мг/кг	W _i , мг/кг	K _i
Влажность (вода)	615300.000	1000000.00000	0.61530
Цинк	12000.000	3727.59400	3.21923
Никель	1000.000	1930.69800	0.51795
Медь	1000.000	2404.09900	0.41596
Нефтепродукты	300000.000	15199.11100	19.73800
Железо	40000.000	2346.22900	17.04863
Кадмий	1000.000	48.32900	20.69151
Кальций	13000.000	4641.58900	2.80077
Марганец	8000.000	3511.19200	2.27843
Свинец	700.000	701.70400	0.99757
Сульфат-ионы	8000.000	10000.00000	0.80000
ИТОГО	1000000.000		69.12334

Примечание:

Состав отхода определен полностью. $\sum K_i = 69.123$; $10 < \sum K_i < = 100$.
Класс опасности отхода: 4.

1. C_i — концентрация i-го компонента в отходе.
2. W_i — коэффициент степени опасности i-го компонента опасного отхода для ОПС.
3. K_i = C_i/W_i — показатель степени опасности i-го компонента опасного отхода для ОПС.

Табл. 6. Отходы при добыче нефти и газа (буровые сточные воды)

Tab. 6. Waste from extraction of oil and gas (drilling waste water)

Название компонента	C _i , мг/кг	W _i , мг/кг	K _i
Влажность (вода)	984000.000	1000000.00000	0.98400
Цинк	4600.000	3727.59400	1.23404
Никель	400.000	1930.69800	0.20718
Медь	200.000	2404.09900	0.08319
Нефтепродукты	600.000	15199.11100	0.03948
Железо	5000.000	2346.22900	2.13108
Кадмий	200.000	48.32900	4.13830
Кальций	2000.000	4641.58900	0.43089
Марганец	1000.000	3511.19200	0.28480
Свинец	700.000	701.70400	0.99757
Сульфат-ионы	1300.000	10000.00000	0.13000
ИТОГО	1000000.000		10.66053

Примечание:

Состав отхода определен полностью. $\sum K_i = 10.661$; $10 < \sum K_i < = 100$.
Класс опасности отхода: 4.

1. C_i — концентрация i-го компонента в отходе.
2. W_i — коэффициент степени опасности i-го компонента опасного отхода для ОПС.
3. K_i = C_i/W_i — показатель степени опасности i-го компонента опасного отхода для ОПС.

ООО СПАСФ «Природа» на территории буровой площадки, обезвоженный осадок отходов бурения перерабатывается с получением инертного наполнителя для шламо-накопителя (по ТУ 2458-001-24975172-2011 от 08.07.2011 г.) и последующим использованием данного продукта для рекультивации шламонакопителя, находящегося на территории буровой площадки. Инертный наполнитель имеет сертификат соответствия РОСС RU.AG92.H00346 от 24.04.2012 г. [5–8].

Итоги

По результатам детальных фактических исследований технико-технологических параметров строительства наклонно направленных с горизонтальным окончанием скважин на месторождении получены следующие результаты:

- доказана эффективность применения термокейса путем сокращения времени и объемов грунта на отсыпку кустовой площадки, уменьшения материальных и временных затрат на строительство скважин, улучшения экологической обстановки;
- установление класса опасности отходов бурения расчетным методом позволило сократить материальные и временные затраты на лабораторные исследования по определению класса опасности отходов бурения;
- переработка твердой фазы буровых отходов с целью получения инертного наполнителя для буровых шламовых амбаров

и последующее использование этого продукта для рекультивации шламовых амбаров способствовали улучшению экологической обстановки в районе кустовой площадки.

Выводы

Технология применения термокейсов позволяет существенно уменьшить размеры кустовой площадки и объемы грунта для ее отсыпки и обваловки. Это вносит коррективы в проектные решения по сохранению ММП в мерзлом состоянии.

Установление класса опасности отходов бурения расчетным методом рекомендовано применять непосредственно на производстве (как экспресс-метод), что позволит оперативно принимать решения по способу утилизации отходов (БШ, ОБР, БСВ).

Литература

1. Российская Федерация. Правительство РФ. Стратегия развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года: Распоряжение № 2914-р от 22 декабря 2018 года. Москва: Кодекс, 2018. 57 с.
2. Девятяров С.С., Трифонов А.В., Паздерин Д.С. Опыт применения теплоизолированных направлений для предотвращения оттаивания многолетнемерзлых грунтов на кустовых площадках Новопоортского нефтегазоконденсатного месторождения // Газовая

промышленность. 2017. № 10. С. 36–38.

3. Методические указания по оценке загрязнения почвы химическими веществами: утверждены заместителем главного санитарного врача СССР от 13.03.87 № 4266-87. Москва: Минздрав СССР, 1987. 27 с.
4. Программа мониторинга окружающей природной среды и состояния недр на месторождениях НАО. Уфа: ООО «БашНИПИнефть», 2018. 140 с.
5. Паршукова Л.А. К вопросу очистки сточных вод от нефтегазовых объектов Западной Сибири // Известия высших учебных заведений: Нефть и газ. 2015. № 6. С. 104–108.
6. Паршукова Л.А. Основные направления рационального природопользования на предприятиях ТЭК // Известия высших учебных заведений: Нефть и газ. 2016. № 1. С. 120–124.
7. Федеральный классификационный каталог отходов: утвержден Приказом Росприроднадзора от 22.05.2017 г. № 242: вступил в действие с изменениями 04.20.2021 г. Москва. 2021. 31 с.
8. Отчет об оценке текущего фоновый уровня загрязнения территории месторождений Ненецкого автономного округа. СПб.: ООО «Центр экологического проектирования, инжиниринга и инноваций», 2019. 47 с.

ENGLISH

Results

Based on the results of detailed actual studies of the technical and technological parameters of the construction of directional wells with a horizontal completion at the field, the following results were obtained:

- the effectiveness of the introduction of technology with the use of thermocase has been proven by reducing the time and volume of soil for filling the bush site, reducing the material and time costs for the construction of the well;
- the establishment of the hazard class of drilling waste by the calculation method has proved its effectiveness, while reducing the material and time costs of laboratory research;
- processing of the solid phase of drilling waste in order to obtain an inert filler for drilling slurry barns and the subsequent use of this

References

1. Russian Federation: Strategy for the development of the mineral resource base of the Russian Federation until 2035 (Government Decree № 2914-r of 2018). Moscow: Codex, 2018, 57 p. (In Russ).
2. Devyatyarov S.S., Trifonov A.V., Pazderin D.S. Case record of using thermally insulated directions to prevent the defrosting of perpetually frozen soil at multiple well platforms of the Novoportovsky Oil and Gas Condensate Field. Gas industry, 2017, issue 10, P. 36–38. (In Russ).
3. Methodological guidelines for the

product for the reclamation of slurry barns contributed to improving the environmental situation in the area of the bush site.

Conclusions

The technology of using a thermocase allows you to significantly reduce the size of the bush site and the volume of soil for its filling and boning. This makes adjustments to the design solutions for the preservation of the MMP in a frozen state.

The establishment of the hazard class of drilling waste by the calculation method is recommended to be used directly in production (as an express method), which will make it possible to make a decision more quickly on the method of waste disposal (BS, OBR, BSV).

at fuel and energy complex enterprises. Oil and Gas Studies, 2016, issue 1, P. 120–124. (In Russ).

7. Federal Classification Catalog of waste: approved by Rosprirodnadzor Order № 242 dated 22.05.2017: entered into force with amendments 04.20.2021. Moscow: 2021, 31 p. (In Russ).
8. Report on the assessment of the current background level of pollution of the territory of the deposits of the Nenets Autonomous Okrug. St. Petersburg: "Center for Environmental Design, Engineering and Innovation" LLC, 2019, 47 p. (In Russ).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Паршукова Людмила Александровна, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Тюменский индустриальный университет, кафедра «Бурение нефтяных и газовых скважин», Тюмень, Россия
Для контактов: parshukovala@tyuiu.ru

Дерябин Андрей Владимирович, инженер, ПАО «Сургутнефтегаз», Сургут, Россия

Parshukova Lyudmila Alexandrovna, ph.d, associate professor Industrial University of Tyumen, department "Drilling oil and gas wells", Tyumen, Russia
Corresponding author: parshukovala@tyuiu.ru

Deryabin Andrey Vladimirovich, engineer, "Surgutneftegas" PJSC, Surgut, Russia