

Кинематические характеристики	Цилиндрическая передача	Коническая передача	Результаты расчета
Передаваемый вращаемый момент $T_2 = 850$ Нм	Требуемое межосевое расстояние $a_w = 160$ мм	Требуемый внешний диаметр зубчатого колеса $d_{e2} =$ мм	Коэффициент концентрации нагрузки $K_{H\beta} = 1.0153$
Передающее число $u = 2$	Тип расположения зубьев Косозубая	Коэффициент относительной ширины конического колеса $K_{be} =$	Расчетное допускаемое контактное напряжение $[\sigma_H] = 613.96834$ МПа
Тип зубчатой передачи Цилиндрическая	Тип рассчитываемой ступени Одноступенчатый редуктор	Тип подшипниковых опор	Твердость материала шестерни $H_1 = 338$ НВ
	Относительное расположение колес ступени С внешним зацеплением	Коэффициент относительной ширины шестерни $\Psi_{be} =$	Твердость материала зубчатого колеса $H_2 = 303$ НВ
	Коэффициент относительной ширины шестерни $\Psi_{bd} = 0.46$		
	<input type="button" value="Расчет"/>	<input type="button" value="Выход"/>	

Рис. 1. Интерфейс программы

Вторая зона позволяет задать параметры для расчета цилиндрической передачи: необходимое межосевое расстояние; тип расположения зубьев (прямозубые или косозубые); тип ступени (ступень одноступенчатый редуктор, тихоходная ступень двухступенчатого редуктора по развернутой схеме, быстроходная ступень двухступенчатого редуктора по развернутой схеме, тихоходная ступень двухступенчатого соосного редуктора); относительное расположение колес (с внутренним или внешним зацеплением). Коэффициент относительной ширины шестерни Ψ_{bd} рассчитывается автоматически и приводится как справочный.

Третья зона позволяет задать параметры для расчета конической передачи: необходимый диаметр зубчатого колеса; тип подшипниковых опор (шариковые или роликовые); коэффициент относительной ширины зубчатого колеса. Коэффициент относительной ширины шестерни Ψ_{be} рассчитывается автоматически и приводится как справочный.

В четвертой зоне выводятся основные результаты расчетов – твердость материала шестерни H_1 и зубчатого колеса H_2 . Автоматически рассчитываются и приводятся как справочные: коэффициент концентрации нагрузки $k_{H\beta}$ и расчетное допускаемое контактное напряжение $[\sigma_H]$.

Область применения программы – проектирование прямозубых и косозубых цилиндрических передач и прямозубых конических передач.

Литература.

1. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин: учебное пособие. – Москва: Академия, 2009. – 496 с.
2. Инженерные основы расчетов деталей машин: учебник / Ю.Е. Гуревич и др. – Москва: КноРус, 2013. – 480 с.
3. Детали машин и основы конструирования: учебник и практикум / под ред. Е.А. Самойлова и В.В. Джама. – Москва: Юрайт, 2016. – 423 с.
4. Кузьменко В.Г. Visual Basic 6.0 – Москва: Бинوم-Пресс, 2011. – 619 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН В ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

А.С. Колесников, студент группы 4Е31

Научный руководитель: Новосельцева М.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

634050, Томская обл., г. Томск, пр. Ленина, 30

тел: +79528944341, E-mail: ask74@tpu.ru

«Российское могущество прирастать будет Сибири и Северным океаном» – это пророческое высказывание великого М.В. Ломоносова было, есть и будет определяющим для экономического, политического и хозяйственного развития России. Область вечной мерзлоты для России - это прежде

всего 65 % территории страны, ее стратегический тыл, топливно-энергетическая база и валютный цех. Здесь добывается 93% природного газа и 75% нефти, что составляет 70 % экспорта нашей страны. В мерзлых породах (нелдонасыщенных) содержатся твердая, жидкая и газообразная фазы, в то время как в льдонасыщенных грунтах газообразная фаза отсутствует, следовательно, выбор территории с вечномерзлыми грунтами является более оптимальным и достаточно выгодным вариантом. Кроме того, глобальные планы России по освоению энергоресурсов в зоне вечной мерзлоты требуют больших вложений для обустройства месторождений, организации их инфраструктуры, строительства объектов военного и гражданского назначения, укрепления и расширения заполярных портов и береговой линии стратегических объектов. В этой связи особую актуальность приобретают инновационные и энерго-эффективные технологии, используемые в районах вечной мерзлоты.

В последние годы истощение сырьевых ресурсов планеты повысило интерес к запасам полезных ископаемых, скрытых вечной мерзлотой, так как основная часть новых месторождений нефти и газа разрабатывается в северных широтах на вечной мерзлоте. Человеку необходимо осваивать данную территорию, а для этого нужны наиболее подходящие технологии бурения скважин в вечномерзлых грунтах.

Кроме того, сокращение сроков строительства скважин и освоения новых месторождений нефти и газа во многом зависит от эффективности применяемых технологий бурения скважин. Так как в связи со сложными горно-геологическими и природно-климатическими условиями, слабо развитой инфраструктурой, отдаленность баз материально-технического обеспечения обуславливают увеличение сроков строительства скважин и связанных с ними затрат.

В процессе бурения в вечномерзлых грунтах возникают сложности. Самый эффективный способ их предотвращения является грамотный выбор способа и технологического решения, способного иметь достаточно высокую производительность и надежность. Из рассмотренных технологий в работе, будет выбрана наиболее высокоэффективная для повышения производительности в вечномерзлых грунтах.

В настоящее время используют несколько способов бурения скважин в зимнее время, которые подходят и для работы в мерзлых грунтах.

Вращательное бурение. Грунт разрушается путем скола и резания забоя коронками и резаками подвижного элемента. Последний выполняется в виде шарошечного долота, ковшового и шнекового бура. Для сохранения производительности станков вращательного типа при работе в мерзлом грунте к шнековым лопастным бурам крепятся твердосплавные наконечники. Преимущества данного метода заключаются в простоте и маневренности в работе, возможности бурения наклонных скважин, высокой производительности работ. Недостатки – это износ оборудования при вращательном способе бурения высок, а для достижения объемного разрушения требуется приложение больших осевых нагрузок.

Ударное бурение может проводиться даже в скальных породах и мерзлых грунтах, при минусовых температурах воздуха. Оборудование, используемое для ударно-канатного бурения, позволяет бурить скважины практически без ограничений по глубине с диаметром от 0,3 до 1 м. Технология бурения подразумевает сбрасывание бурового снаряда в забой скважины с высоты 0,5–1 м. Ударный импульс от падающего снаряда передается грунту, разрушая его. Шлам извлекают на поверхность желонкой. Достоинство метода – простота и надежность. К работе не предъявляются ограничения по температуре. Метод отличает невысокая производительность и большая трудоемкость. Недостатки - при ударном бурении скважин в сыпучих и оплывающих грунтах для укрепления стенок и защиты скважины от засыпания используются обсадные колонны.

Ударно-канатное бурение может быть использовано в условиях мерзлых грунтов с валунами и крупнообломочными элементами. При использовании вместо долота забойного стакана или желонки, ударно-канатное бурение делится на 2 типа: с промывкой и сухое бурение. Для бурения твердых пород требуется до 150 л воды на 1 м глубины. При бурении скважины диаметром 20 см извлекается около 200 л шлама на каждые 3 м. При сухом бурении скважины диаметром 20 см извлекается примерно 200 кг сухой породы на каждые 18 м глубины. Метод пригоден только для вертикального бурения. Среди недостатков также низкая скорость проходки, поэтому способ применяют, если нужна скважина не глубже 250 м. Малогабаритность установки ударно-канатного бурения позволяет бурить скважины в труднодоступных или ограниченных по возможности размещения буровой техники местах.

Гидроударное бурение сочетает в себе достоинства вращательного и ударного способов. При работе с мерзлыми грунтами рекомендуется работать в ударно-поворотном режиме. Так снижается осевая нагрузка резания и скорость вращения – основная работа выполняется ударами гидроударников, принцип действия которых основан на энергии гидравлического удара (до 1200 в мин). Увеличение частоты ударов при уменьшении энергии единичного удара оправдано, когда углубленные в породу резцы ломаются. Достоинство метода – в возможности использования при работе с породами любой твердости. Высокая энергоемкость и повышенный расход очистного агента, а также ломание резцов при заглуплении в плотную породу являются недостатками данного метода.

Пневмоударное бурение характеризуется использованием сжатого воздуха для работы пневмоударника – воздухораспределительного устройства, в котором чередуется рабочий и холостой ход поршня при ударе по хвостовику породоразрушающего инструмента. Расход воздуха составляет от 8 до 10 м³/мин, частота ударов колеблется от 800 до 1000/мин, диаметр скважин – от 16 до 22 см. Производительность такого типа бурения в 2 раза превышает производительность вращательного метода. При этом структура керна не нарушается. Ограниченная глубина бурения (до 100 м) с одним компрессором типа 4-ВУ, ограниченный диаметр бурения (не более 155 мм).

Термическое бурение. Метод основан на принципе разрушения породы под воздействием высоких термических напряжений, возникающих при интенсивном поверхностном нагреве. Огнеструйный станок для термического бурения, состоит из основной рамы на гусеничном ходу, кабины и расположенного в ней оборудования. Разрушение породы происходит вследствие ее нагрева газовыми струями, выходящими из сопел горелок. Замена газообразного кислорода (его расход при бурении очень высок) жидким окислителем увеличивает в несколько раз подачу топлива в горелку, в результате чего увеличится тепловой поток и скорость бурения (в 5–7 раз). Несмотря на то, что интенсивность теплового потока уменьшится, в породах, не требующих больших тепловых потоков, этот способ весьма эффективен. Выгода от использования воздуха вместо кислорода – в снижении стоимости бурения. Повышенная взрывоопасность и необходимость применения кислородных баллонов, устанавливаемых на автомобильных прицепах.

Компании по бурению нефтегазовых скважин в основном используют вращательных способ бурения скважины в вечномерзлых грунтах. Целесообразно в ближайшее время выполнить комплекс научно-исследовательски и опытно-промышленных работ в части разработки новых технологий для повышения надежности и долговечности работ, добывающих нефтегазовых скважин в районах вечной мерзлоты. Это связано такими осложнениями, возникающими в скважинах, являющиеся специфичными для районов Крайнего Севера.

К специфичным осложнениям относятся:

- Обвалы пород со стенок скважин в случаях разрушений (растепления) ствола;
- Частичное или полное поглощение промывочной жидкости порами и трещинами пород «сухой мерзлоты» или толщей охлажденных пород (с влагой в жидкой фазе);
- Примерзание бурильных, колонковых и обсадных труб к стенкам скважин;
- Замерзание жидкости в скважине;
- Смятие обсадных труб;
- Несхватывание (а только смерзание) цемента в скважине с постоянной отрицательной температурой рыхлых осадочных породах.

Результаты проведенного анализа по исследованию технологии бурения скважин в вечномерзлых грунтах позволяют сделать выводы, представляющие интерес для дальнейшего исследования. В работе описаны особенности технологии бурения скважин в условиях распространения многолетнемерзлых пород. В результате изучения был получен материал, анализ которого позволил заключить, что практически все компании, оказывающие услуги по бурению скважин в районах Крайнего Севера и Заполярья на грунтах вечной мерзлоты, используют вращательный способ бурения скважин. Данный метод достаточно эффективен и прост в применении по сравнению с другими, но даже при этом способе возникают проблемы и сложности в процессе бурения скважин, на которые необходимо обратить внимание и устранить.

Литература.

1. Марамзин А.В. Бурение скважин в многолетней мерзлоте. – М.: Гостоптехиздат, 1963. – 287 с.
2. Марамзин А.В., Рязанов А.А. Бурение разведочных скважин в районах распространения многолетнемерзлых пород. – М.: Недра, 1971. – 148 с.

3. Грязнов Г.С. Особенности глубокого бурения скважин в районах вечной мерзлоты. – М.: Недра, 1969. – 167 с.
4. Гриценко А.А., Кулигин А.В., Иванкин Р.А., Григулецкий В.Г. Актуальные проблемы технологии бурения скважин на месторождениях ОАО «Газпром». Журнал: Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2014 - №4 – 18 с.
5. Характеристика осложнений на эксплуатационных газовых скважинах / О.Ф. Андреев [и др.] // Бурение и эксплуатация газовых скважин в районах Крайнего Севера: науч. техн. сб. – М.: ВНИИГаз, 1977. – С. 12–18.
6. Новосельцева (Цыганкова) М. В. Анализ гидроударных и силовых гидроимпульсных узлов / Новосельцева (Цыганкова) М. В. //Справочник. Инженерный журнал. - 2014 - №. 9. - С. 51-54
7. Новосельцева (Цыганкова) М. В. Система формирования силовых импульсов на буровых установках для разрушения пород различной крепости / Новосельцева (Цыганкова) М. В. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). - 2013. - Вып. S4 (1). - С. 497-500
8. Новосельцева (Цыганкова) М. В. Характеристики конструктивных параметров гидроимпульсного механизма / Новосельцева (Цыганкова) М. В. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). - 2013. - Вып. S4 (1). - С. 551-555

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ОСТАНОВКИ РАСТЕПЛЕНИЯ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН В ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

Д.А. Кондратьев, студент группы 4Е31

Научный руководитель: Новосельцева М.В.

Институт природных ресурсов Томский политехнический университет

634034, Томская область, г. Томск, ул. Вершинина,39

E-mail: demon290805@gmail.com, тел: +79144760899

Значительная часть крупных нефтегазовых месторождений, обеспечивающих до 70–80 % добычи нефти в России, разрабатывается и эксплуатируется в условиях распространения вечной мерзлоты. Разработка месторождений в данных условиях приводит к повышению капитальных затрат, в связи с необходимостью предотвратить проблему растепления вечномерзлых пород. Техногенные процессы нефтегазового промысла (тепловыделение от зданий и сооружений, бурение скважин, добыча и транспорт горячей нефти и т.д.) постоянно оказывают тепловое воздействие на вечную мерзлоту, вызывая активное таяние льда. В оттаявшем состоянии ледяные породы практически полностью теряют свои прочностные свойства, что приводит к проседанию фундаментов оснований зданий и сооружений, деформации и разрушению нефтегазопроводов и скважин. Вследствие этого на месторождениях не редко происходят аварийные ситуации, приводящие к тяжелым экономическим и экологическим последствиям, сопровождающимися выбросами углеводородов в окружающую среду. По некоторым данным только в Западной Сибири ежегодно расходуется до 60 млрд. рублей на ремонт инфраструктуры, трубопроводов и скважин, поврежденных в результате растепления многолетнемерзлых грунтов. В основном проблему растепления решают путем увеличения расстояния между устьями скважин. В том случае, когда устья скважины расположены близко друг к другу, во время эксплуатации происходит быстрое растепление пород, окружающих скважину, что по итогу приводит к просадкам, обвалам, которые, в свою очередь, приводят к осложнениям и авариям в процессе бурения и эксплуатации скважин. К примеру, при образовании продольных каверн скважина может потерять свою продольную устойчивость и постепенно разрушаться. Вследствие этого устья месторождений нефти и газа, находящихся в условиях Крайнего Севера, обустривают с достаточно большим расстоянием между ними. Например, на Ямбургском месторождении это расстояние составляет около 40 м. Увеличение расстояния между устьями приводит к непомерному увеличению затрат на обустройство месторождения, в основном на отсыпку грунтов. Получается, такой способ невыгоден экономически. Поэтому актуальными становятся исследования по нахождению других способов решения проблемы растепления при бурении в условиях Крайнего Севера. [2]

Методы устранения растепления:

Термокейсы. Вечномерзлые породы представляют собой породы, частицы которых сцементированы льдом. В процессе эксплуатации скважина является источником тепла, тепловое поле ко-