



Особенности технологии бурения скважин в многолетнемерзлых породах

А. С. НОВИКОВ – к.т.н., технический директор ООО «МИП Георазведка плюс», e-mail: novikov.as@mail.ru
Д. Ю. СЕРИКОВ – д.т.н., доцент РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина

В статье описаны особенности бурения скважин в многолетнемерзлых породах. Даны рекомендации, позволяющие снизить риски возникновения внештатных ситуаций при проведении буровых и эксплуатационных работ в районах залегания многолетнемерзлых пород.

Ключевые слова: многолетнемерзлые породы, проходка скважины, глубина залегания пород, буровая колонна.

Технология бурения скважин в многолетнемерзлых породах в основном определяется мерзлотными и климатическими условиями данного региона. Для этой территории должны быть созданы мерзлотные карты со сведениями о температуре, мощности, льдистости и др.

В противном случае, проходка скважины может существенно осложниться, а последующая эксплуатация будет затруднена из-за частых капитальных ремонтов обсадных колонн. Как правило, это смятие, которое обуславливается образованием каверн в интервалах многолетне-мерзлых пород с повышенной льдистостью и неравномерным их промерзанием. Условно многолетнемерзлые породы можно разделить на активную мерзлоту и пассивную. Активная мерзлота представлена песчаниками, суглинками с повышенной льдистостью до 60%, пассивная мерзлота представлена в основном глинами, обладающих незначительной льдистостью. В основном мощность многолетнемерзлых пород колеблется от 400 до 600 м. Температура в подошве многолетнемерзлой породы, как правило, находится в пределах от -5°C до -8°C . Однако в северо-западной части Якутии в процессе бурения было установлено распространение многолетнемерзлых пород до глубины 1400 м. В районе расположения крупнейших месторождений ОАО «Газпром» (Уренгойского и Ямбургского) глубина многолетнемерзлых пород в среднем составляет 500–600 м.

К основным осложнениям при проводке скважин в многолетнемерзлых породах можно отнести следующие:

- интенсивное кавернообразование в активном интервале многолетнемерзлой породы;
- обильное поступление песка;
- размыв и интенсивные обвалы пород, протаявших из-за циркуляции бурового раствора;
- смятие обсадных колонн при замерзании водосодержащих масс за обсадной колонной или в межтрубном пространстве;
- промерзание бурового раствора при остановках скважины в случаях бурения при температурах бурового раствора $+2\dots+3^{\circ}\text{C}$;
- интенсивное протаивание мерзлых пород при поддержании температуры бурового раствора в процессе бурения $+8\dots+15^{\circ}\text{C}$ и выше;
- некачественное крепление скважины в многолетнемерзлой породе.

Помимо этого, при бурении в пассивной мерзлоте происходит интенсивное сальникообразование.

Для предотвращения осложнений при проводке скважин в многолетнемерзлых породах необходимо предусмотреть и разработать следующие мероприятия от возможных инцидентов:

- интенсивное протаивание мерзлых пород;
- кавернообразование;
- обвалы протаявших пород на забой;
- прихват бурильного инструмента в интервале залегания многолетнемерзлых пород;

- аварийные выбросы межмерзлотных вод;
- выброс газа из возможных гидратных пропластков;
- промерзание промывочного раствора в процессе остановок циркуляций;
- обеспечение оптимальных условий закачивания скважин, создание конструкций скважин, обеспечивающих повышение технико-экономических показателей строительства скважин и надежную работу в процессе эксплуатации;
- обеспечение условий надежной опоры обсадных колонн на устье за счет предотвращения образования приустьевых воронок, размывов пород, обвалов пород вблизи устья в процессе бурения.

Описанные выше задачи решаются на основе проведения комплекса геокриологических исследований и технологических мероприятий:

- бурение интервалов многолетнемерзлой породы долотами по возможности меньшего диаметра, с последующим расширением ствола скважины;
- использование обычных глинистых растворов на пресной воде, с температурой ниже +6...+8°C на входе в скважину, за счет уменьшения объема раствора, сокращение времени на механическое бурение, промывки, применение глинисто-полимерных растворов, растворов на нефтяной основе, пен. Но, учитывая низкие отрицательные температуры воздуха, при температуре входящего раствора ниже 20°C при использовании глинистого раствора, замораживается линия нагнетания раствора, что не дает возможности вести нормальное углубление скважины.
- бурение активной составляющей многолетнемерзлой породы и пассивной производить отдельно, после перекрытия колонной активной части;
- применять обсадные трубы повышенной прочности и увеличенной толщиной стенки;
- применять теплоизолированные обсадные трубы;
- бурение интервалов многолетнемерзлой породы производить на обсадных трубах.

Проблемными при бурении скважин в многолетнемерзлых породах являются 2 основные зоны:

1. активная, представлена льдистыми отложениями и песком, мощность составляет до 150 м, располагается в верхней части многолетнемерзлой породы;
2. пассивная, представлена плотными глинами, располагается в нижней части многолетнемерзлой породы.

Основная опасность при бурении многолетнемерзлой породы это растепление активной части многолетнемерзлой породы и образование несоизмеримых каверн и кратера на устье скважины, которые впоследствии могут стать причиной смятия колонн. Для предотвращения размыва и создания застойных зон в активной части многолетнемерзлой породы, бурение нужно осуществлять нестабилизированным раствором с повышенной вязкостью 100–120 сек. При этом температура входящего раствора должна быть минимально низкой. Проблема усложняется при бурении в условиях низких температур, при температуре закачиваемого раствора ниже 20°C, высока вероятность заморозки манифольда.

Бурение пассивной части многолетнемерзлой породы осложняется сальникообразованием, поэтому для предотвращения сальникообразований, вязкость раствора при входе в пассивную часть многолетнемерзлой породы снижается до 45 сек., при максимальной промывке. Практика показывает, что бурение двух несовместимых зон по данной технологии, как правило, проходит успешно.

Для бурения в многолетнемерзлых породах могут применяться РНО, оборудование устья скважины холодильными установками, пенами, при креплении разработаны теплоизоляционные трубы повышенной прочности и специальные цементы. Жидкость, находящаяся в кавернах, после окончания бурения начинает замерзать с периферии, сжимая жидкость, создавая давление на колонну. По мере замерзания колонны в незамерзшей части колонны создается давление, превышающее прочность труб на смятие. Для предотвращения смятия колонн на практике применяется метод управляемого замораживания разработанной в НКЛ ВНИИГаз. Прогрев скважины циркулирующей жидкостью с температурой 1–2°C и подачей 10–12 л/с, до снижения температуры за колонной до -1°C. При этом замерзание жидкости в каверне будет завершено.

В обсаженном стволе скважины в интервале залегания многолетнемерзлых пород и на 50 м ниже, обсадные колонны должны оснащаться жесткими центраторами-турбулизаторами типа ЦТГ. Для обсадных колонн диаметром 324 мм и более допускается применение жестких центраторов типа «стрингер» конструкции Тюмень НИИГипрогаз. В необсаженном стволе кондуктор необходимо оснащать центраторами типа ЦЦ-1. В обсаженном или открытом стволе скважины ниже многолетнемерзлой породы с углом наклона до 250 возможно использование упругих центраторов типа ЦЦ-1. Для наклонных более 250 и горизонтальных участков ствола скважины необходимо применять жестко упругие центраторы типа ЦЦ-2,4 или жесткие – типа ЦТГ. Потайные колонны, особенно выполняющие роль части эксплуатационной или перекрывающие верхний этаж нефтегазоносности, должны обязательно оснащаться заколонными пакерами. Буферные жидкости для цементирования обсадных колонн, в том числе в случаях, предусматривающих вымыв жидкости на поверхность, должны быть незамерзающими.

Таким образом, бурение нефтяных и газовых скважин в районах многолетнемерзлых пород обладает своими особенностями и связано с определенными сложностями. Однако, соблюдение описанных выше рекомендаций позволяет существенно снизить риски возникновения внештатных ситуаций при проведении буровых и эксплуатационных работ в районах залегания многолетнемерзлых пород, и как следствие повышает безопасность персонала, а также дает возможность снижать сроки и стоимость строительства скважин.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Мишчевин В. И., Сидоров Н. А. Справочник инженера по бурению. В 2-х томах. Изд.: Недра. 1973.
2. Новиков А. С., Сериков Д. Ю., Гаффанов Р. Ф. Бурение нефтяных и газовых скважин. – М.: Нефть и газ, 2017. – 307 с.
3. Сериков Д. Ю. Шарошечные долота для реактивно-турбинного бурения. – М.: Нефть и газ, 2016. – 240 с.
4. Егоров Н. Г. Бурение скважин в сложных геологических условиях. – Тула: ИПП «Гриф и К», 2006. – 301 с.
5. Сериков Д. Ю. Повышение эффективности шарошечного бурового инструмента с косозубым вооружением: Автореф. дис. ... докт. техн. наук. – Ухта, 2018.
6. Сериков Д. Ю., Гинзбург Э. С. Повышение эффективности разрушения средних и твердых пород за счет использования косозубого вооружения шарошек // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса: науч.-техн. журн. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2015. – №4. – С. 18–22.