

Планирование и проведение пусконаладочных работ в условиях автономного месторождения, расположенного на многолетней мерзлоте

Д.О. Хмелев, А.А. Ковзун, А.Н. Коркишко

Тюменский индустриальный университет, Тюмень

Аннотация: В статье рассмотрено планирование и проведение пусконаладочных работ в условиях автономного месторождения, расположенного на многолетней мерзлоте. Большинство месторождений нефти и газа находятся в районах многолетней мерзлоты. Разработка таких месторождений поражает большие затраты, так как порождает необходимость предотвращения оттаивания вечной мерзлоты. Пусконаладочные работы (ПНР) выступают заключительным этапом строительного-монтажных работ. ПНР затрудняются в условиях многолетней мерзлоты. В условиях вечной мерзлоты могут возникнуть проблемы с запуском смонтированного оборудования.

Ключевые слова: пусконаладочные работы, многолетняя мерзлота, месторождение, монтаж, бурение, нефтяная промышленность, нефтегазовая промышленность, проект, промерзание, сервисное обслуживание.

Основная масса крупных нефтегазовых месторождений в России, давших значительную добычу нефти, разрабатывались и эксплуатировались в условиях вечной мерзлоты. Разработка таких месторождений сопряжена с высокими затратами, поскольку в процессе разработки следует учитывать фактор предотвращения таяния льда [1]. По статистическим данным, воздействие бурения на вечную мерзлоту (таяние) является причиной 23% отказов технических систем и 29% потерь при добыче нефти и газа [2].

Проблемы пуско-наладочных работ в условиях вечной мерзлоты по сей день актуальны. В районах вечной мерзлоты истощение легкоизвлекаемых коллекторов стимулирует разработку труднодоступных залежей. Усредненная толщина вечной мерзлоты от 400 до 600 метров, усреднённая температура под вечной мерзлотой может варьироваться от -5°C до -8°C [3].

Пусконаладочные работы – это регулировочные работы, выполняемые на установленном оборудовании до ввода его в эксплуатацию. Целью пусконаладочных работ выступает процесс наладки смонтированного оборудования, определение дефектов процесса монтажа и отклонений от

проекта, проверка готовности системы к эксплуатации [4]. Все эти показатели при несоответствии могут негативно сказаться в будущем на функционировании оборудования [5].

Обычно в процессе пусконаладочных работ выделяют четыре этапа, но мы предлагаем разделить их на пять:

1. Подготовительный этап:

- изучение документации смонтированного оборудования (проектной и технической);
- проектирование схемы ПНР;
- разработка подробной программы ПНР;
- разработка эксплуатационной документации оборудования [6].

На данном этапе создается комиссия, которая будет отвечать за принятие (оценку, диагностику и соответствие требованиям) смонтированного оборудования.

2. Электромонтажные работы, совмещенные с пусконаладочными. Эти пусконаладочные работы выполняются, когда электроснабжение осуществляется по временной схеме. Результатом этого этапа является протокол результатов функциональных испытаний оборудования на случай перенапряжения.

3. Индивидуальные испытания - серия пусконаладочных работ «под нагрузкой»:

- комбинированные испытания оборудования, системы и всего объекта в целом в условиях эксплуатации по 72-часовой программе и вывод объекта в нормальный технический режим;
- практическая подготовка обслуживающего персонала к прохождению независимых эксплуатационных испытаний.

4. Комплексные проверки – этап освоения проектной мощности. Здесь оказывается помощь обслуживающему персоналу по стабилизации

технического режима при работе на различных сырьевых мощностях и происходит проведение «пробега» с целью определения возможности должной эксплуатации.

5. Сервисное обслуживание: договор на обслуживание может быть подписан после ввода в эксплуатацию [7].

Пусконаладочные работы усложняются в условиях вечной мерзлоты. В этих условиях необходимо проверить работоспособность и исправность оборудования после завершения монтажа. В условиях вечной мерзлоты могут возникнуть проблемы с запуском смонтированного оборудования.

По разным данным, основным источником осложнений в районах вечной мерзлоты выступает таяние ледяных пород, покрытых льдом пород (зачастую доходит до 23% от общего объема), что может приводить к серьезным издержкам в добыче нефти и газа [8].

Процесс бурения многозабойных скважин условиях вечной мерзлоты - один из самых сложных и энергоемких видов буровых работ. Это одна из самых важных операций для поддержания стабильного бурения и добычи углеводородов, снижения осложнений и предупреждения аварий.

Многоствольное бурение – это метод направленного бурения, при котором бурится основной ствол, а затем бурятся и погружаются дополнительные скважины для пересечения геологической структуры.

Основными опасностями, возникающими при бурении в условиях вечной мерзлоты выступают таяние льдов и вследствие чего появление кратеров на устье скважины. При бурении пассивной части возникает проблема сальникообразования. Для предотвращения сальникообразования существуют свои методы.

Что же касается пуска и наладки оборудования в условиях многолетней мерзлоты. То тут возникают следующие проблемы:

- большой объем поступающего песка;

- таяние породы провоцирует обвалы и просадку;
- смятие обсадных колонн;
- кавернообразование;
- замерзание бурового раствора;
- быстрое оттаивание пород с учетом довольно высокой плюсовой температуры для вечной мерзлоты (от 9 градусов);
- плохое крепление скважины;
- прихват бурильного оборудования;
- выбросы воды;
- выброс газа из гидратных пропластков;
- застывание раствора для промывки [9].

Вышеуказанные проблемы могут быть решены путем принятия следующих мер:

- использование более прочных обсадных труб;
- использование долот меньшего размера;
- использование обсадных труб при бурении слоя мерзлоты;
- применение теплоизоляционных обсадных труб [10].

Основная масса крупных нефтегазовых месторождений в России, давших значительную добычу нефти, разрабатывались и эксплуатировались в условиях вечной мерзлоты.

В ходе анализа были выявлены часто встречающиеся осложнения при проведении ПНР в условиях многолетней мерзлоты. Сюда можно отнести: большой объем поступающего песка, таяние породы которое провоцирует обвалы и просадку, кавернообразование, смятие обсадных колонн, замерзание раствора, быстрое оттаивание пород с учетом довольно высокой плюсовой температуры для вечной мерзлоты (от 9 градусов), плохое крепление скважины, прихват бурильного оборудования, выбросы воды, выброс газа из гидратных пропластков, застывание раствора для промывки. В

этих условиях необходимо проверить работоспособность и исправность оборудования после завершения монтажа.

Подводя итог, следует отметить, что проблемы пуско-наладочных работ в условиях вечной мерзлоты по сей день актуальны. В районах вечной мерзлоты истощение легкоизвлекаемых коллекторов стимулирует разработку труднодоступных залежей. Разработка таких месторождений сопряжена с высокими затратами, поскольку в процессе разработки следует учитывать фактор предотвращения таяния льда. Основными опасностями, возникающими при бурении в условиях вечной мерзлоты, являются оттаивание активной части и образование пустот или кратеров на устье скважины. Процесс бурения пассивной части усложнен сальникообразованием. В условиях вечной мерзлоты могут возникнуть проблемы с запуском смонтированного оборудования. Однако, сегодня уже существуют эффективные технологии и способы, которые помогут снизить негативные последствия и вероятность возникновения аварий при пуске и наладке оборудования в условиях многолетней мерзлоты.

Литература

1. Исенов Б.Н. Стратегия контрактования СМР на обустройство месторождения // Образование. Наука. Производство. 2023. №2. С. 64-66.
2. Шабанов В.А. Совершенствование подходов к выполнению пусконаладочных работ на объектах газовой промышленности // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. 2019. № 2. С. 23-27.
3. Яблочкин В.А. Особенности управления проектами строительства нефтяных месторождений в современных условиях // Студенческий. 2023. № 15. С. 37-40.

4. Перфилов В. А. Бурение с помощью газожидкостных систем в условиях вечной мерзлоты // Инженерный вестник Дона. 2021. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2021/6930.
5. Захаров Н.А. Сложности деятельности сырьевой промышленности в условиях крайнего Севера // Современные исследования: теория, практика, результаты. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. 2023. С. 195-198.
6. Масутов Д.Р., Абдулаев С.А. Обоснование выбора метода строительства трубопровода в условиях вечной мерзлоты // Инженерный вестник Дона. 2022. №6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2022/7711.
7. Darley H. C. H., Gray George R. Composition and properties of drilling and completion fluids (fifth edition). 1988. – 643 p.
8. Eppelbaum Lev V., Kutasov Izzy M. Well drilling in permafrost regions: dynamics of the thawed zone. 2019, 8 p.
9. Li H., Lai Y., Wang L., Yang X., Jiang N., Li L., Wang C., Yang B. Review of the State of the Art: Interactions between a Buried Pipeline and Frozen Soil // Cold Regions Science and Technology, 2019, Vol. 157, pp. 171- 186.
10. Селигман Б.Я. Долгосрочная изменчивость взаимодействий трубопровод-вечная мерзлота в Северо-Западной Сибири // Вечная мерзлота и перигляциальные процессы. 2022. № 1. С. 5-22.

References

1. Isenov B.N. Obrazovanie. Nauka. Proizvodstvo. Sbornik докладov XV Mezhdunarodnogo molodezhnogo foruma. 2023. pp. 64-66.
 2. Shabanov V.A. Oborudovanie i tekhnologii dlya neftegazovogo kompleksa. 2019. № 2. pp. 23-27.
 3. Yablochkin V.A. Studencheskij. 2023. № 15. pp. 37-40.
 4. Perfilov V. A. Inzhenernyj vestnik Dona. 2021. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2021/6930.
-



5. Zaharov N.A. Sovremennye issledovaniya: teoriya, praktika, rezul'taty. Sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. 2023. pp. 195-198.
6. Masutov D.R., Abdulaev S.A. Inzhenernyj vestnik Dona. 2022. №6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2022/7711.
7. Darley H. C. H., Gray George R. Composition and properties of drilling and completion fluids (fifth edition). 1988. 643 p.
8. Eppelbaum Lev V., Kutasov Izzy M. Well drilling in permafrost regions: dynamics of the thawed zone. 2019. 8 p.
9. Li H., Lai Y., Wang L., Yang X., Jiang N., Li L., Wang C., Yang B. Cold Regions Science and Technology. 2019. Vol. 157. pp. 171- 186.
10. Seligman B.Y. Vechnaya merzlota i periglyacial'nye processy. 2022. № 1. pp. 5-22.

Дата поступления: 19.04.2024

Дата публикации: 25.07.2024