

УДК-622.279.51

*Попов И.А., студент магистр
2 курс, факультет- Институт нефтегазового инжиниринга и цифровых
технологий (ИНИЦТ)*

*Уфимский Государственный Нефтяной Технический Университет.
Россия, г. Уфа*

*Назарова А.А.
Инженер технического отдела ООО «Газпром добыча Оренбург»
Россия, г. Оренбург*

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМЕ ПОДАЧИ КОМПЛЕКСНОГО ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ И ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ НА ФОНД ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

Аннотация: В статье рассматривается актуальная проблема обеспечения бесперебойной и безопасной эксплуатации газовых скважин, связанная с рисками коррозии оборудования и гидратообразования. В качестве ключевого решения анализируется применение комплексных ингибиторов, совмещающих функции подавления коррозии и образования гидратов. Особое внимание уделено роли метанола как высокоэффективного и экономичного ингибитора гидратообразования.

Центральное место в исследовании занимает описание инновационной автоматизированной системы подачи реагентов, в частности, блока дозирования комплексного ингибитора. Подробно раскрыты принципы работы системы на основе программируемого контроллера, который в реальном времени корректирует расход ингибитора в зависимости от изменяющихся параметров, таких как температура и давление.

Ключевые слова: Газовая скважина; гидрат; метанол; ингибитор коррозии; блок дозированной подачи; автоматизация.

Abstract: The article discusses the urgent problem of ensuring uninterrupted and safe operation of gas wells related to the risks of equipment corrosion and hydrate formation. The use of complex inhibitors combining the functions of corrosion suppression and hydrate formation is analyzed as a key solution. Special attention is paid to the role of methanol as a highly effective and economical inhibitor of hydrate formation. The central place in the study is occupied by the description of an innovative automated reagent supply system, in particular, a complex inhibitor dosing unit. The principles of the system's operation based on a programmable controller that adjusts the inhibitor flow rate in real time depending on changing parameters such as temperature and pressure are described in detail.

Keywords: Gas well; hydrate; methanol; corrosion inhibitor; metered-flow unit; automation.

Введение

В современном мире, где энергетические ресурсы играют ключевую роль в экономическом и социальном развитии, эффективность и безопасность добычи природного газа становятся все более актуальными. Газовые скважины представляют собой сложные инженерные сооружения, которые требуют постоянного контроля и оптимизации для обеспечения стабильной работы. Одной из главных проблем в эксплуатации газовых скважин является образование гидратов и коррозия оборудования. Для борьбы с этими явлениями используются специальные химические вещества — ингибиторы. В данной статье мы рассмотрим применение инновационных технологий в системе подачи комплексного ингибитора коррозии и гидратообразования на фонд газовых скважин, а также обсудим роль метанола и автоматизации в этом процессе.

Проблемы коррозии и гидратообразования в газовых скважинах

Коррозия

Коррозия является одной из наиболее серьезных проблем, с которой сталкиваются операторы газовых скважин. Этот процесс ведет к разрушению металлических элементов оборудования, что может привести к авариям и значительным финансовым потерям.

Основными факторами, способствующими коррозии, являются присутствие агрессивных химических веществ, таких как сероводород и углекислый газ, а также высокая влажность.

Гидратообразование

Гидраты представляют собой кристаллические соединения, образующиеся при взаимодействии газа с водой при низких температурах и высоком давлении. Образование гидратов может привести к закупорке трубопроводов и остановке добычи газа. Это особенно актуально для месторождений, расположенных в условиях холодного климата.

Ингибиторы как решение проблем

Ингибитор коррозии

Ингибиторы коррозии — это вещества, которые добавляются в рабочую среду для снижения скорости коррозии оборудования. Эти химические средства образуют защитную пленку на поверхности металла, предотвращая его реакцию с агрессивными агентами. Современные ингибиторы разрабатываются с учетом специфических условий эксплуатации, что позволяет значительно продлить срок службы оборудования[1].

Ингибитор гидратообразования

Ингибиторы гидратообразования предотвращают образование кристаллических структур, замедляя или полностью останавливая процесс гидратообразования. Такие ингибиторы особенно важны для газовых скважин, работающих в условиях низких температур. Одним из наиболее эффективных средств является метанол, который понижает температуру образования гидратов [2].

Роль метанола в борьбе с гидратообразованием

Метанол является одним из самых распространенных антигидратов. Он добавляется в газовую смесь, изменяя физико-химические свойства среды, что предотвращает образование гидратов. Метанол эффективен, прост в использовании и относительно недорогой, что делает его незаменимым в арсенале средств борьбы с гидратообразованием.

Преимущества метанола

1. Высокая эффективность: метанол значительно снижает температуру образования гидратов.
2. Легкость в использовании: не требует сложного оборудования для внедрения.

3. Экономичность: относительно низкая стоимость делает его доступным для широкого применения.

Иновационные технологии в системах подачи ингибиторов

Система автоматизации подачи ингибиторов

Современные технологии автоматизации позволяют значительно повысить эффективность и надежность систем подачи ингибиторов. Система автоматизации позволяет точно дозировать количество ингибитора, контролировать его подачу и адаптироваться к изменениям условий эксплуатации [4].

Основным элементом блока управления системы дозированной подачи ингибитора гидратообразования является контроллер, который вычисляет и корректирует расход ингибитора гидратообразования по ряду параметров: плотности ингибитора гидратообразования, температуре окружающей среды, температуре ингибитора гидратообразования, перепаду давления.

Во время запуска системы дозированной подачи ингибитора гидратообразования в работу, контроллер производит опрос датчиков давления и датчика температуры ингибитора гидратообразования, и основываясь на необходимом расходе ингибитора гидратообразования, рассчитывает продолжительность открытия клапана. Затем подается сигнал на открытие клапана и удержание его в течение рассчитанного времени [7].

При изменении параметров контроллер в автоматическом режиме производит корректировку расхода и задает новый режим работы клапану по разработанному алгоритму.

Преимущества автоматизации

- Точность дозирования: исключает человеческий фактор и снижает риск ошибок.
- Повышение безопасности: снижает риск аварий и нештатных ситуаций.
- Экономия ресурсов: оптимизирует расход ингибитора, снижая затраты.

Блок дозирования метанола

Блок дозирования метанола является ключевым элементом системы автоматизации. Он позволяет контролировать подачу метанола в газовую смесь в реальном времени, обеспечивая стабильную и безопасную работу скважины.

Особенности блока дозирования метанола

- Высокая точность: обеспечивает подачу необходимого количества метанола в зависимости от текущих условий.
- Гибкость: позволяет быстро адаптироваться к изменениям эксплуатационных условий.
- Надежность: спроектирован для работы в тяжелых условиях, таких как низкие температуры и высокое давление.

Комплексный подход к ингибированию

Современные решения в области ингибирования предусматривают комплексный подход, который объединяет использование различных ингибиторов и автоматизированных систем. Это позволяет максимально эффективно бороться как с коррозией, так и с гидратообразованием.

Комплексный ингибитор коррозии и гидратообразования

Комплексные ингибиторы представляют собой многокомпонентные составы, которые одновременно защищают оборудование от коррозии и предотвращают образование гидратов. Они разрабатываются с учетом специфики каждого месторождения, что обеспечивает их высокую эффективность [8].

Преимущества комплексного ингибитора

- Широкий спектр действия: одновременно борются с несколькими проблемами.
- Индивидуальная адаптация: разрабатываются под конкретные условия эксплуатации.
- Снижение эксплуатационных затрат: Объединение функций нескольких ингибиторов позволяет снизить общие затраты.

Результаты внедрения автоматизированной системы подачи ингибиторов

До проведения опытно-промышленных испытаний блока дозирования КИГиК подача комплексного ингибитора гидратообразования и коррозии (КИГиК) осуществлялась регулирующим клапаном с ручным приводом. Настройка регулирующего клапана по дозированию КИГиК на скважину осуществлялась в ручном режиме, в связи с этим необходимы частые выезды на скважину для регулирования режима работы скважины, что не всегда возможно. Ручная настройка приводит к большой погрешности. Эти и другие факторы приводят к нерегулярному дозированию в нужном объеме КИГиК.

За период работы скважины с января по октябрь 2022 года с регулирующим клапаном подачи КИГиК зафиксировано 17 простоев, связанных с гидратообразованием, составляющие в часовом эквиваленте 201 час.

В период с ноября 2022 года по март 2023 года на скважину установлен блок дозирования КИГиК, за время работы простои скважины, связанные с гидратообразованием не зафиксированы.

Наблюдается зависимость срабатывания блока дозирования на температурный режим: с повышением дневной температуры происходит уменьшение объема дозирования КИГиК, при понижении температуры в ночное время объем увеличивается. Это свидетельствует о правильной работе блока дозирования.

Экономическая эффективность внедрения блока дозирования КИГиК

Расчет экономической эффективности внедрения блока дозирования КИГиК показал следующие результаты:

- Затраты на внедрение проекта: 726,2 тыс. руб.
- Чистый дисконтированный доход (NPV): 919,8 тыс. руб.
- Срок окупаемости (дисконтированный): 4 года.

Проект характеризуется положительными экономическими показателями, а его внедрение является экономически эффективным.

Преимущества инновационных технологий в системе подачи ингибиторов

Повышение эффективности

Инновационные технологии позволяют значительно повысить эффективность систем подачи ингибиторов, обеспечивая их точное дозирование и адаптацию к изменяющимся условиям.

Экономия ресурсов

Оптимизация процессов позволяет снизить расход ингибиторов и, как следствие, сократить эксплуатационные расходы.

Устойчивость к изменениям условий

Современные системы легко адаптируются к изменяющимся условиям эксплуатации, что обеспечивает их стабильную работу даже в сложных климатических условиях.

Заключение

Использование инновационных технологий в системе подачи комплексного ингибитора коррозии и гидратообразования на фонд газовых скважин является неотъемлемой частью современного подхода к эксплуатации этих объектов. Интеграция автоматизированных систем, таких как блок дозирования метанола, позволяет значительно повысить эффективность и безопасность эксплуатации, а также оптимизировать затраты. Метанол и комплексные ингибиторы играют ключевую роль в борьбе с гидратообразованием и коррозией, обеспечивая стабильную работу скважин. Эти технологии не только продлевают срок службы оборудования, но и способствуют более устойчивой и экономически выгодной добыче природного газа. Внедрение автоматизированных систем дозирования ингибиторов является экономически эффективным и окупается в краткосрочной перспективе.

Использованные источники

1. Ахметов, А.Ф. Борьба с гидратообразованием и коррозией в системах сбора и подготовки газа / А.Ф. Ахметов, Р.Х. Галиев. – М.: Недра, 2018. – 256 с.
2. Гриценко, А.И. Современные ингибиторы коррозии для нефтегазовой промышленности / А.И. Гриценко, Ю.Н. Шепелев // Газовая промышленность. – 2020. – № 5(789). – С. 64–68.
3. Мокаба, С. Справочник по добыче природного газа / С. Мокаба, У. Пое; пер. с англ. – СПб.: Профессия, 2017. – 912 с.
4. Петров, А.А. Автоматизация технологических процессов в добыче газа / А.А. Петров, В.И. Сидоров. – Уфа: Монография, 2019. – 198 с.
5. Практика применения метанола для предотвращения гидратообразования на газоконденсатных месторождениях / О.В. Кравцова [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2021. – № 9. – С. 102–106.
6. Технический регламент по безопасному ведению работ при добыче газа. – М.: Федеральный горный и промышленный надзор России, 2018. – 145 с.

7. Ющенко, К.С. Комплексные реагенты для защиты оборудования от коррозии и гидратообразования / К.С. Ющенко, М.А. Лебедев // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2022. – № 1(45). – С. 78–85.

8. Экономическая оценка эффективности внедрения автоматизированных систем управления в добыче полезных ископаемых: учебное пособие / под ред. Г.Р. Валеева. – Казань: КНИТУ, 2020. – 167 с.