

Щербин Сергей Анатольевич,
к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: dekan_ftk@angtu.ru

Глазков Евгений Викторович,
магистрант, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: evglazkov27@gmail.com

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБОГРЕВА ФЛАНЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ГАЗОПРОВОДОВ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ КОНДЕНСАТА И ГАЗОВЫХ ГИДРАТОВ

Shcherbin S.A., Glazkov E.V.

THE USE OF HEATING OF FLANGE CONNECTIONS OF GAS PIPELINES TO PREVENT THE FORMATION OF CONDENSATE AND GAS HYDRATES

Аннотация. В статье проанализированы причины и механизмы образования конденсата и газовых гидратов во фланцевых соединениях трубопроводов, а также способы предотвращения этих нежелательных процессов.

Ключевые слова: фланцевые соединения, трубопровод, гидратообразование.

Abstract. The article analyzes the causes and mechanisms of condensate and gas hydrate formation in the flange connections of pipelines, as well as ways to prevent these undesirable processes.

Keywords: flange connections, pipeline, hydrate formation.

Трубопроводы различного назначения устанавливаются и функционируют во всех уголках земного шара. Разъемные соединения труб, составляющих трубопровод, осуществляются с помощью фланцевых соединений.

За счет большой площади поверхности теплообмена с окружающей средой фланцевые соединения характеризуются повышенными потерями теплоты – металлические фланцы выступают в роли радиаторов, отводящих тепло от транспортируемого газа к окружающей среде. Особенно интенсивный теплообмен происходит в зоне болтовых соединений, где металлические элементы имеют прямой контакт с атмосферой. По этой причине эксплуатация газопроводов при низких температурах окружающей среды сопровождается рядом специфических проблем: конденсация влаги, образование газовых гидратов, температурные деформации материалов и нарушение работы запорной арматуры. Проблема особенно актуальна для российских климатических условий, где зимние температуры могут опускаться до -40°C и ниже.

В газопроводных системах гидраты преимущественно образуются в местах с пониженной температурой и турбулентным течением газа. Фланцевые соединения представляют собой идеальные условия для гидратообразования: здесь происходит охлаждение газа, возможно присутствие капельной влаги из атмосферы, а геометрия соединения способствует образованию застойных зон.

В процессе гидратообразования молекулы метана, этана и пропана образуют с молекулами воды клатратные структуры, представляющие собой ле-

дообразную массу с включенными молекулами газа. Один объем гидрата может содержать до 170 объемов газа, что делает гидраты крайне опасными для работы газопровода.

Конденсация водяных паров в фланцевых соединениях также представляет серьезную проблему зимней эксплуатации газопроводов. Процесс конденсации начинается при достижении точки росы, которая зависит от температуры газа, давления и влагосодержания. При охлаждении газового потока в фланцевом соединении водяные пары, содержащиеся в газе, переходят в жидкое состояние. Капли конденсата оседают на внутренних поверхностях фланца, прокладках и в зазорах соединения. В условиях отрицательных температур конденсат замерзает, образуя ледяные пробки.

По данным [1], до 85 % аварийных ситуаций на газопроводах в зимний период связаны с образованием гидратов и ледяных пробок именно в районе фланцевых соединений и запорной арматуры.

Основными методами предотвращения образования гидратов являются поддержание температуры выше критической, снижение давления, осушка газа и введение ингибиторов.

Современные технологии предлагают несколько эффективных методов обогрева фланцевых соединений газопроводов. Наиболее распространенным и эффективным методом является применение саморегулирующихся нагревательных кабелей. Саморегулирующийся кабель автоматически изменяет тепловыделение в зависимости от температуры окружающей среды, что обеспечивает оптимальное энергопотребление и предотвращает перегрев.

Наиболее эффективными являются комбинированные системы, сочетающие электрический обогрев с качественной теплоизоляцией. Современные теплоизоляционные материалы на основе вспененного полиэтилена или минеральной ваты значительно снижают требуемую мощность обогрева.

Системы обогрева оснащаются интеллектуальными системами управления, включающими температурные датчики, контроллеры и системы дистанционного мониторинга. Автоматизация позволяет оптимизировать энергопотребление и обеспечить надежную работу в любых погодных условиях.

Обогрев фланцевых соединений на газопроводах в условиях низких температур является критически важным элементом обеспечения безопасной и бесперебойной работы газотранспортных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обогрев фланцевых соединений газопровода зимой: борьба с гидратами и конденсатом – Текст: электронный // URL: <https://inner.su/articles/obogrev-flantsevykh-soedineniy-gazoprovoda-zimoy-borba-s-gidratami-i-kondensatom/> (дата обращения: 14.02.2026).