

## ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ

**Д. Р. БОРИСОВ**

ОАО «Газпром трансгаз Беларусь»,  
Минск, Беларусь

**Аннотация.** В статье рассмотрены современные цифровые решения, применяемые в сфере технико-эксплуатационного обслуживания трубопроводной арматуры на газотранспортных объектах. Приведен анализ причин отказов и необходимости ремонта арматуры крупных диаметров, а также основных факторов, влияющих на ее техническое состояние. Описана система WiseRep, внедренная на объектах ОАО «Газпром трансгаз Беларусь», позволяющая организовать автоматизированный контроль выполнения регламентных операций, формирование планов технического обслуживания, фото- и видеофиксацию результатов работ, отслеживание местоположения исполнителей и ведение цифровой технической документации. Отмечено, что внедрение цифровых инструментов способствует снижению количества отказов трубопроводной арматуры, повышению оперативности принятия решений и улучшению качества восстановления оборудования. Представлены подходы к созданию единой базы данных технического состояния арматуры и дальнейших направлений развития цифровой экосистемы ремонтного обслуживания.

**Ключевые слова:** трубопроводная арматура, техническое обслуживание, ремонт, газотранспортная система, цифровизация, WiseRep, диагностика, эксплуатационная надежность, база данных, автоматизированный контроль, техническое состояние оборудования.

**Введение.** На данный момент на объектах ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» эксплуатируется порядка 22 тыс. единиц трубопроводной арматуры (далее – ТПА) диаметром от 50 до 1400 мм, причем около 9% приходится на ТПА диаметром 500 мм и более. Вопрос повышения надежности технического состояния ТПА, эксплуатируемой на объектах Общества, является одним из приоритетных и обеспечивается своевременными и качественными техническим обслуживанием, диагностированием, ремонтом и анализом технического состояния.

Как и любой механический узел, ТПА нуждается в регулярном техническом обслуживании (далее – ТО) для поддержания исправного технического состояния. Особое внимание необходимо уделять ТПА больших диаметров. В случае замены такой ТПА стоимость новой оказывается довольно высокой, а ее ремонт в трассовых условиях является дорогостоящим. Данные виды работ усложняются большим разбросом объектов по территории, а также тем, что для выполнения работ требуется остановка газопровода и стравливание больших объемов газа. Перечисленные факторы повлекут за собой значительный ущерб для эксплуатирующих организаций при проведении указанных работ.

**Причины ремонта и замены ТПА.** Основными причинами ремонта и замены ТПА являются негерметичность затвора и неработоспособность привода, не позволяющие выполнять основную функцию ТПА, а также негерметичность ТПА по отношению к внешней среде [1].

Появление неисправностей у ТПА связано со следующими факторами:

- плохая конструкция оборудования (конструктивный недостаток);
- заводской брак в изготовлении (например, отсутствие уплотнительного кольца в технологической пробке ТПА, (рис. 1, рис. 2));

– некачественная эксплуатация ТПА (например, выполнение пусконаладочных работ, ТО и ремонта в неполном объеме).

Приведены примеры последствий некачественной эксплуатации ТПА:

– на рис. 3, рис. 4 показан облом штока на гидроцилиндре шарового крана DN1200 из-за заклинивания штока на пальце, т.к. не производилось ТО и, соответственно, отсутствовала уплотнительная паста.

– рис. 5 показывает эрозию уплотнительной поверхности затвора конусного крана, что произошло вследствие длительного отсутствия уплотнительной пасты.



Рисунок 1



Рисунок 2



Рисунок 3



Рисунок 4



Рисунок 5

**Мобильная система WiseRep.** Для исключения проблемы некачественной эксплуатации ТПА был рассмотрен вопрос применения программного обеспечения (далее – ПО), позволяющего регламентировать и контролировать работу персонала, задействованного в выполнении регламентных работ на ТПА.

В 2022 году были разработаны алгоритмы выполнения работ с применением ПО. Начиная с 2023 года совместно с организацией ООО "Вайз Технолджиз" было внедрено ПО WiseRep, позволяющее осуществлять следующий функционал:

- формирование планов регламентных работ на объектах;
- контроль сроков, приоритетов и текущего выполнения работ;
- мониторинг местоположения исполнителей работ;
- получение и фиксация статуса выполнения задач;
- фото- и видеофиксация выполненных работ, обнаруженных неисправностей, инцидентов с привязкой к геопозиции;
- автоматизированная отчетность по результатам регламентных работ и возможность просмотра отчетов с компьютера.

Выполнение работ проводится согласно требованиям нормативной документации [2] с применением фото- и видеофиксации.

**Количество неисправной ТПА.** По результатам проведения регламентных работ ежегодно выявляется неисправная ТПА, при этом за последние периоды наблюдается тенденция к снижению количества выявляемых неисправностей (рис. 6), что связано в том числе с выполнением своевременного ТО в полном объеме с обязательной фиксацией в ПО WiseRep. Значительная часть демонтированной неисправной ТПА ремонтируется в условиях ремонтно-механического цеха филиала «Инженерно-технический центр» ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» (рис. 7). За счет опыта и налаженного процесса проведения работ ТПА после проведения ремонта и испытаний в короткие сроки может поступать на объекты с целью дальнейшей эксплуатации. При необходимости в цеховых условиях проводятся работы по продлению назначенного срока эксплуатации ТПА.

С целью улучшения организации ремонта ТПА необходимо оперативно получать полную информацию о техническом состоянии ТПА (в т.ч. посредством ПО), вести учет всей ТПА на складах филиалов, а также поддерживать своевременное и качественное проведение работ и отражение результатов работ с указанием всех выявленных дефектов.



Рисунок 6

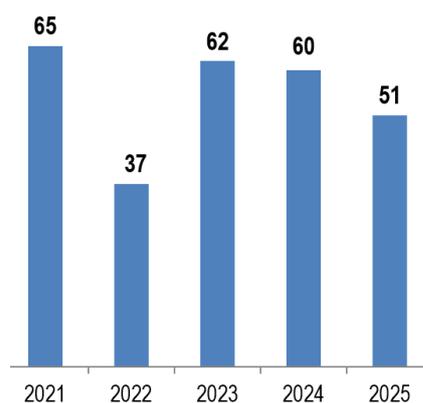


Рисунок 7

**Организация общего доступа к базе данных ТПА.** Для общего доступа к сведениям по состоянию ТПА разработана база данных ТПА в веб-формате, синхронизированная с ПО Wiserep.

В настоящее время проводится тестирование функционала базы данных по различным объектам, в дальнейшем доступ к базе данных будет организован всем службам и руководству ОАО «Газпром трансгаз Беларусь». В базе данных организовано отражение следующей информации:

- результаты проведенных работ по ТО, диагностированию и ремонту ТПА;
- сведения о выявленных дефектах ТПА;
- наличие ТПА в планах работ по обследованию, ремонту и замене с указанием планируемых сроков проведения работ и т.д.

Также в настоящее время ведется разработка отдельного сайта по ТПА, содержащего следующую информацию:

- базу данных ТПА в веб-формате;
- актуальные планы проведения работ и отчеты по их выполнению;
- схему алгоритма работы с ТПА на различных этапах эксплуатации;

- статистические данные в виде таблиц и диаграмм по различным параметрам и объектам;
- ссылки на основную нормативную и эксплуатационную документацию, а также на основные распорядительные документы ОАО «Газпром трансгаз Беларусь».

Сайт будет предназначен для налаживания взаимодействия между исполнителями и руководителями работ в вопросах эксплуатации и ремонта ТПА.

**Заключения и выводы.** Сформированы следующие планы по развитию процесса эксплуатации ТПА:

- автоматическое формирование план-графиков ТО и ремонта ТПА, а также планов по диагностированию, обследованию, ремонту и замене ТПА на основании анализа информации о текущем техническом состоянии;

- автоматическое формирование отчетной документации (формуляры, акты, протоколы, заключения и т.д.) по результатам выполнения работ;

- дополнение базы данных ТПА с указанием более подробной информации по каждой единице ТПА (чертежи узлов и деталей, используемые при регламентных работах материалы, фото заводских табличек и т.д.);

- автоматическое формирование перечня запасных частей и материалов для выполнения обслуживания и ремонта ТПА.

В результате проведенной работы были реализованы следующие задачи:

- повышение контроля качества проведения регламентных работ;
- получение оперативной информации о техническом состоянии ТПА объектов Общества и ведение учета в базе данных ТПА;
- организация централизованного доступа к сведениям о ТПА, заводской и эксплуатационной документации;
- отображение выполнения годовых и квартальных плановых работ в реальном времени;
- возможность разработки и внедрения новых чек-листов и ведения учета технического состояния других эксплуатируемых видов оборудования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Краны шаровые. Руководство по монтажу, наладке эксплуатации и техническому обслуживанию : МА39112-500 РЭ – АО «Тяжпромарматура» – 68 с.
2. Порядок проведения технического обслуживания и ремонта трубопроводной арматуры : СТО Газпром 2-2.3-385-2009. – Введ. 2010-05-20. – М. : ОАО "Газпром", 2010. – 22 с.