

УДК 621.644.07:620.194.22

**В.А. Футин<sup>1</sup>**, e-mail: v-futin@tattg.gazprom.ru; **Р.Р. Кантюков<sup>1</sup>**, e-mail: info@tattg.gazprom.ru;

**Р.Х. Салыхов<sup>1</sup>**, e-mail: r-salyahov@tattg.gazprom.ru

<sup>1</sup> 000 «Газпром трансгаз Казань» (Казань, Россия).

## Основные аспекты капитального ремонта технологических трубопроводов компрессорных станций

В статье рассмотрены вопросы оптимального планирования капитального ремонта технологических трубопроводов компрессорных станций, в том числе методы предпочтительного выполнения капитального ремонта и результаты анализа опыта выполненных работ за 2009–2018 гг.

В соответствии с п. 7.2.1 СТО Газпром 2-3.5-454–2010 «Правила эксплуатации магистральных газопроводов» задачей эксплуатирующих организаций является обеспечение заданного режима компримирования газа и эффективной работы компрессорных станций, а также надежности и безопасной эксплуатации их оборудования и систем.

Поскольку подземные технологические трубопроводы большинства компрессорных станций эксплуатируются более 20 лет, в соответствии с требованиями Федерального закона от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» требуется проведение экспертизы промышленной безопасности оборудования и выполнение предписанных экспертизой компенсирующих мероприятий, ограничивающих возможности компрессорных цехов.

Формирование программы комплексного ремонта технологических трубопроводов и ее ранжирование предусматривает сбор полной информации о состоянии трубопроводов с учетом различных критериев при безусловном соблюдении требований надежности и безопасности эксплуатации. В целях получения объективной оценки технического состояния технологических трубопроводов разрабатывается и реализуется программа технического диагностирования и ремонта подземных трубопроводов с применением различных экономически обоснованных методов. Использование накопленного опыта позволяет определить наиболее предпочтительные способы организации капитального ремонта от этапов проектирования до выполнения самих работ, обеспечивающие оптимизацию затрат на материально-технические ресурсы и строительно-монтажные работы.

**Ключевые слова:** компрессорная станция, комплексный ремонт технологических трубопроводов, техническое диагностирование, диагностика, капитальный ремонт.

.....

**В.А. Футин<sup>1</sup>**, e-mail: v-futin@tattg.gazprom.ru; **Р.Р. Кантюков<sup>1</sup>**, e-mail: info@tattg.gazprom.ru;

**Р.Х. Салыхов<sup>1</sup>**, e-mail: r-salyahov@tattg.gazprom.ru

<sup>1</sup> Gazprom transgaz Kazan LLC (Kazan, Russia).

## Basic Aspects of Overhaul of Compressor Stations Technological Pipelines

The article handles optimal planning problems related to overhauling of industrial pipelines in compressor stations, including the methods of preferred overhauling, and the analysis of experience gained in executing of 2009–2018 works. In accordance with clause 7.2.1 of company standard (STO) Gazprom 2-3.5-454–2010 “Service instructions for trunk gas lines” the aim of exploitative organizations is to ensure a stated gas compressor rate and efficient operation of compressor stations along with reliability and safe operation of their equipment and systems. As underground industrial pipelines of most compressor stations are in operation of over 20 years, Federal law dated 21.07.1997 No. 116-FS “On industrial safety of hazardous manufacturing entities” requires to expertise industrial safety of equipment and implement compensating measures prescribed by the expertise limiting manufacturing capabilities of compressor shops. Creation of the integrated maintenance programme for industrial pipelines and its ranking provides for aggregation of full information on pipelines status considering various criteria while absolute meeting of requirements for equipment

reliable and safety operation. To obtain an objective evaluation of industrial pipeline technical state a master plan for technical diagnosis and maintenance of underground pipelines using various economically feasible methods is under development and implementation. Utilization of know-how allows to define most preferred ways of overhauling engineering from designing to implementation of the works which ensure cost optimization for material and technical basis, as well as construction and assembling operations.

Keywords: compressor station, complex repair of technological pipelines, technical diagnostics, diagnostics, capital repair.

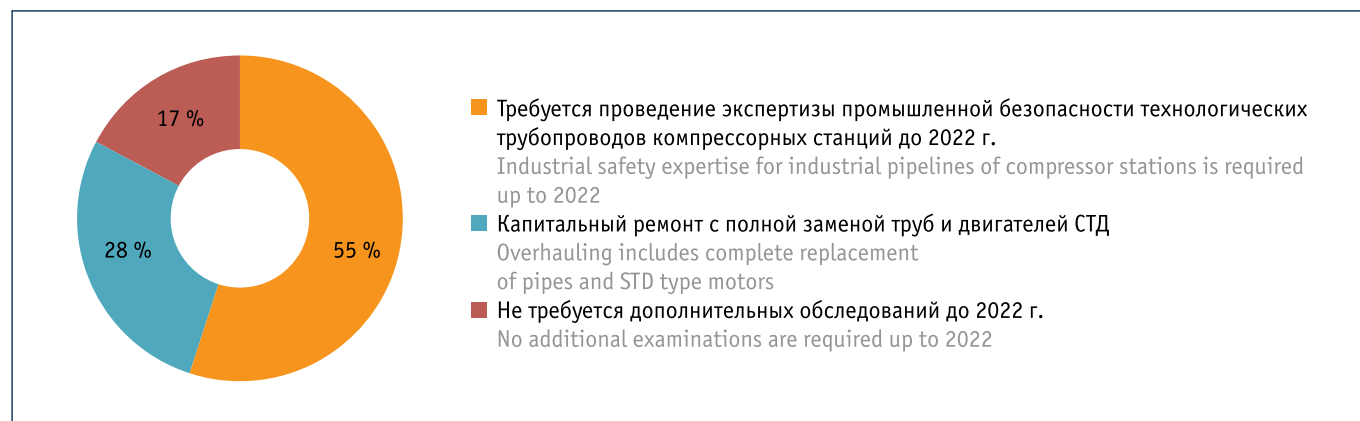


Рис. 1. Структура потребности технологических трубопроводов компрессорных станций ООО «Газпром трансгаз Казань» в проведении диагностического обследования и капитального ремонта по состоянию на 2017 г.

Fig. 1. Pattern of requirements to diagnose and complete overhaul industrial pipelines of compressor stations used by Gazprom transgaz Kazan LLC as of 2017

Технологические трубопроводы компрессорных станций (ТТ КС) являются одним из значимых типов основного оборудования, обеспечивающего бесперебойную работу при транспортировке газа. Отсутствие исправных систем ТТ КС нарушает функционирование газоперекачивающих агрегатов (ГПА) КС и, как следствие, участков линейной части магистральных газопроводов (ЛЧ МГ). Срок эксплуатации большинства ТТ КС превышает 20 лет, поэтому все более значимым фактором, влияющим на надежность действующей системы газопроводов КС, становится развитие деградационных процессов, таких как разрушение защитных изоляционных покрытий, рост коррозионных дефектов общего и локального характера, а также проявление трещиноподобных дефектов, большинство которых образованы по механизму коррозионного растрескивания под напряжением (КРН) [1].

Отличительной особенностью трубопроводов КС по сравнению с трубопроводами ЛЧ является их низкая приспособленность к внутритрубной дефектоскопии по причине сложного конструктивного исполнения, отсутствия камер приема и запуска, многообразия типоразмера труб при незначительной протяженности прямолинейных участков. Выполнение технического диагностирования (ТД) трубопроводов КС производится неразрушающими методами контроля путем вскрытия (шурфования) и подготовки наиболее подверженных коррозии единичных участков подземной и надземной части ТТ КС. По этой причине полная и достоверная информация о техническом состоянии почти половины эксплуатируемых ТТ отсутствует. При этом трудоемкость обследований на КС и ежегодные объемы этого обследования сопоставимы с протяженностью отремонтированных технологических трубопроводов [1]. Этот

факт способствует выработке особых подходов к формированию программы ТД и долгосрочных планов по комплексному ремонту трубопроводов на КС. В целях предупреждения аварийных ситуаций и долгосрочного планирования ремонта технологических трубопроводов их ТД и ремонт выполняются как собственными силами газотранспортного предприятия, так и с привлечением специалистов сторонних организаций. Проведенная ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в 2017 г. актуализация перечня технологических трубопроводов компрессорных станций ООО «Газпром трансгаз Казань», подлежащих комплексному ремонту [2], установила наличие потребности в проведении диагностического обследования (ДО) и капитального ремонта (КР) (рис. 1). Реализация программы ремонта подземных технологических коммуникаций КС ООО «Газпром трансгаз Казань», начатая в 2009 г., продолжается и се-

Для цитирования (for citation):

Футин В.А., Кантюков Р.Р., Салыхов Р.Х. Основные аспекты капитального ремонта технологических трубопроводов компрессорных станций // Территория «НЕФТЕГАЗ». 2018. № 9. С. 86–89.

Futin V.A., Kantuykov R.R., Salyakhov R.Kh. Basic Aspects of Overhaul of Compressor Stations Technological Pipelines. Territorija «NEFTEGAS» = Oil and Gas Territory, 2018, No. 9, P. 86–89. (In Russ.)

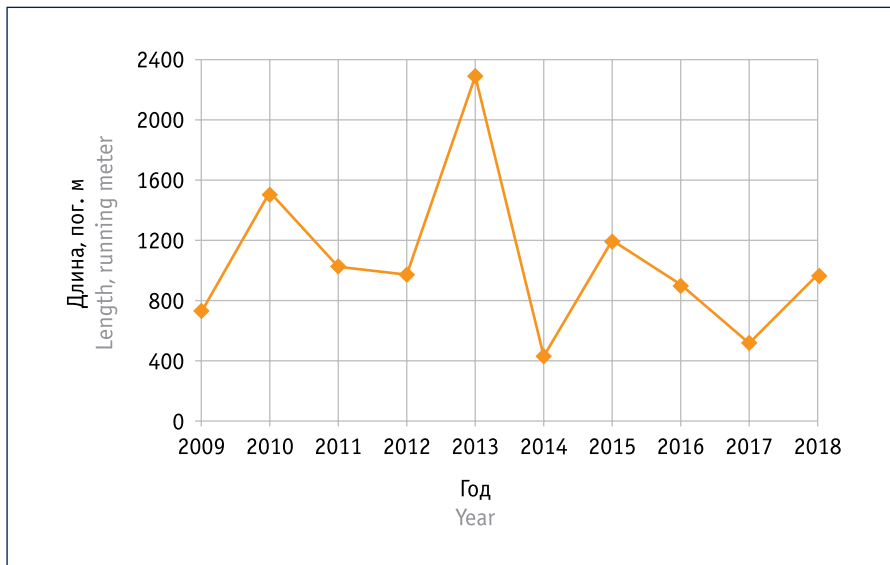


Рис. 2. Объем ремонта технологических трубопроводов компрессорных станций ООО «Газпром трансгаз Казань» в 2009–2018 гг. в погонных метрах

Fig. 2. Repair size of industrial pipelines in compressor stations of Gazprom transgaz Kazan LLC in 2009–2018 in running metres

годня, поскольку осуществление оперативной замены либо переизоляции ТТ в небольшой промежуток времени невозможно из-за значительных затрат на приобретение материально-технических ресурсов, длительности разработки и экспертизы проектной документации, приобретения материалов и выполнения работ. Объем ремонта ТТ КС в погонных метрах в 2009–2018 гг. представлен на рис. 2. Значительное увеличение объемов КР ТТ наблюдается в 2013 г., что обусловлено выделени-

ем дополнительных средств на ремонт ТТ блока пылеуловителей и входного шлейфа КС «Ямбург – Елец-1» по технически обоснованной потребности по результатам ДО.

По сравнению с 2009 г. КР ТТ значительно отличается как по способу ремонта, так и в части организации работ. Накопленные за истекший период опыт и знания позволяют избегать возможных проблем как при проектировании, так и в ходе выполнения строительно-монтажных работ.



Рис. 3. Капитальный ремонт технологических трубопроводов площадки газоперекачивающего агрегата

Fig. 3. Overhauling of industrial pipe-lines in a gas compressor unit' site

Первоначально ремонт подземных ТТ проводился с полной заменой существующей подземной изоляции ТТ и частичной заменой участков трубопроводов и трубопроводной арматуры. Данный метод ремонта имеет как недостатки, так и преимущества [4].

Преимущества заключаются в сокращении затрат на приобретение материально-технических ресурсов. Объем подготовительных и ремонтных операций практически не сокращается, трудозатраты в ряде случаев выше, чем при других методах ремонта, поскольку замена существующей изоляции – энергоемкий процесс, требующий соблюдения технологии нанесения антикоррозионного покрытия. Дополнительным недостатком является установление различного срока безопасной эксплуатации ТТ одного коллектора, где проводился ремонт. Срок эксплуатации трубопроводов, прошедших отбраковку и признанных пригодными к дальнейшей эксплуатации при КР ТТ, истекает. При этом уже спустя несколько лет после ремонта в ходе диагностирования на ряде участков ТТ были выявлены недопустимые дефекты, что потребовало повторной замены ТТ [5].

С учетом данных по отбраковке демонтируемых трубопроводов можно сделать вывод, что полная замена старых труб на новые с заводским антикоррозионным защитным покрытием в ряде случаев является предпочтительной в сравнении с их выборочным ремонтом. Например, комплексный ремонт методом полной замены труб для трубопроводов диаметром 1020 мм становится выгодным при доле поврежденных труб на участке более 13 %. Поэтому ремонт ТТ методом частичной замены трубопроводов не получил дальнейшего применения, последующие работы по проектированию и ремонту выполняются со 100%-ной заменой оборудования ТТ. Развитие технологий и способов контроля технического состояния ТТ КС определяют в новых проектах капитального ремонта повышенные требования к проведению работ по сравнению с проектами при строительстве КС. В качестве примера ужесточения требований нормативно-технических документов и строительных норм и правил стоит

отметить необходимость установки фундаментных опор под трубопроводы, применение трубопроводов бесшовного типа только в заводской изоляции и регламентированные коэффициенты ударной вязкости и пределы текучести металла труб и др. [6].

В выполнении строительно-монтажных работ следует отметить сложности в стыковке замененных и существующих ТТ, поскольку на разных участках КС они могут залегать на разных уровнях (рис. 3). Сборку узлов приходится осуществлять с изменением проекта капитального ремонта, согласованием возможности установки дополнительных соединительных трубных деталей. Проектом КР ТТ также не предусмотрен дополнительный объем работ по установке вспомогательных несущих конструкций, таких как фундаменты аппарата воздушного охлаждения газа. В ходе обследования ряда фундаментов, включая сваи и ростверки, было выявлено частичное отслоение ростверков от свай фундаментов, повреждение гидроизоляции, выкрашивание бетона, оголение арматуры. Опыт ремонта ТТ межцеховых коммуникаций КС, устранения недочетов стро-



ительно-монтажных работ и проектирования обобщается, анализируется и используется в целях дальнейшей оптимизации трудозатрат и времени выполнения КР ТТ. С учетом особенности методики оценки технического состояния ТТ КС, объединяющей две группы – узлы подключения с подключаемыми шлейфами и технологические трубопроводы КС [3], в перспективе долгосрочная программа ремонта и актуализация программы вывода в КР ТТ требуют перехода на узлы подключения КС, представляющие собой сложный пространственный объект с пересечением ТТ различных диаметров, назначения и зон ответственности. При

этом обязательно предусматривать наиболее эффективные методы ремонта ТТ, имеющие технико-экономические обоснования с учетом оценки ожидаемой протяженности труб, подлежащих замене либо ремонту различными способами. Наиболее оптимальным представляется формирование долгосрочных программ ТД и КР на основании результатов оценки технического состояния и прогноза объемов замены или ремонта труб в составе КС. Выбор сценариев ТД и КР может осуществляться с учетом различных критериев при безусловном соблюдении требований надежности и безопасности при эксплуатации трубопроводов.

#### Литература:

1. Сидорочев М.Е., Бурутин О.В., Ряховских И.В. и др. Формирование долгосрочных планов комплексного ремонта технологических трубопроводов компрессорных станций ОАО «Газпром» в условиях неполноты данных об их техническом состоянии // Научно-технический сборник «Вести газовой науки». 2014. № 1 (17). С. 16–21.
2. Отчет об актуализации программ по диагностике и ремонту технологических трубопроводов компрессорных станций, эксплуатируемых ООО «Газпром трансгаз Казань». М.: ООО «Газпром ВНИИГАЗ», 2017. 43 с.
3. Середынок В.А., Сидорочев М.Е., Бурутин О.В. и др. Стратегия планирования технического диагностирования и капитального ремонта технологических трубопроводов компрессорных станций ПАО «Газпром» // Территория «НЕФТЕГАЗ». 2015. № 10. С. 22–27.
4. Карибуллина Ф.Р., Кантюков Р.Р., Салыхов Р.Х. Организация ремонтных и сервисных работ газоперекачивающих агрегатов: Учебное пособие. Казань: Изд-во Казанского нац. иссл. технологич. ун-та, 2016. 100 с.
5. Кантюков Р.А., Кантюков Р.Р., Тамеев И.М. и др. Проблемы безопасности трубопроводов // Газовая промышленность. 2012. № 9 (680). С. 14–18.
6. Кантюков Р.Р., Егурцов С.А., Скрынник Т.В. и др. ООО «Газпром трансгаз Казань»: новые подходы к повышению надежности и эффективности эксплуатации технологических трубопроводов // Газовая промышленность. 2015. № 5 (722). С. 38–42.

#### References:

1. Sidorochev M.Ye., Burutin O.V., Ryakhovskikh I.V., et al. Creation of Long-Term Plans for Integrated Maintenance of Industrial Pipelines in Compressor Stations of Gazprom OJSC under Data Incompleteness on Their Technical State. Nauchno-tekhnichesky sbornik "Vesti gazovoy nauki" = scientific-technical collection Vesti Gazovoy Nauki [News of Gaz Science], 2014, No. 1 (17). P. 16–21. (In Russian)
2. The Report on Updating of Programmes for Diagnosis and Maintenance of Industrial Pipelines in Compressor Stations used by Gazprom transgaz Kazan LLC. Moscow, Gazprom VNIIGAZ LLC, 2017. 43 p. (In Russian)
3. Seredyonok V.A., Sidorochev M.Y., Burutin O.V., et al. Scheduling Strategy of Technical Inspection and Overhaul of Gazprom JSC Compressor Stations Process Pipelines. Territorija "NEFTEGAS" = Oil and Gas Territory, 2015, No. 10, P. 22–27. (In Russian)
4. Karibullina F.R., Kanyukov R.R., Salyakhov R.Kh. Repair and Service Engineering of Gas-Compressor Units. Textbook. Kazan, Publisher of Kazan National Research Technological University, 2016, 100 p. (In Russian)
5. Kanyukov R.A., Kanyukov R.R., Tameyev I.M., et al. Pipeline Safety Problems. Gazovaya promyshlennost' = Gas Industry, 2012, No. 9 (680), P. 14–18. (In Russian)
6. Kanyukov R.R., Yegurzov S.A., Skrynnik T.V., et al. Gazprom transgaz Kazan LLC: Current Approaches to Increased Reliability and Efficiency of Industrial Pipeline Operation. Gazovaya promyshlennost' = Gas Industry, 2015, No. 5 (722), P. 38–42. (In Russian)