

Газовая промышленность



ISSN 0016-5581

спецвыпуск

720 / 2015



Надежность и ремонт объектов ГТС

УДК 622.691.4.004

Концептуальные подходы к управлению целостностью площадных объектов газотранспортной системы

С. В. Алимов (ОАО «Газпром», РФ, Москва), **И. А. Иванов** (ООО «Газпром трансгаз Сургут», РФ, Сургут), **С. В. Нефёдов** (ООО «Газпром ВНИИГАЗ», РФ, Московская обл.),
А. Н. Пасечников (ОАО «Газпром», РФ, Москва), **М. Ю. Карнаухов**, **С. А. Редикульцев** (ООО «Газпром трансгаз Сургут», РФ, Сургут), **М. Б. Басин**, **А. Г. Михайленко**,
И. А. Веременко (ООО «Газтранзит», РФ, Москва)

E-mail: NaidenyshevVV@surgut.gazprom.ru

Статья посвящена вопросам разработки методологии управления техническим состоянием и целостностью площадных объектов газотранспортной системы (СУТСЦ по ГТС) для использования при планировании комплекса ремонтных мероприятий ОАО «Газпром». Приведен пример реализации СУТСЦ для линейной части (ЛЧ), описаны основные отличительные особенности площадных объектов. Предложены концептуальные подходы по оценке технического состояния площадных объектов и их составляющих на примере компрессорных станций (КС). Сделан вывод о необходимости расширения и переосмысливания методик, применяемых на ЛЧ, а также корректировки и развития существующих стандартов и рекомендаций.

Ключевые слова: газотранспортная система, линейная часть, площадной объект, компрессорная станция, управление техническим состоянием и целостностью, оценка рисков и ущербов, прототип информационно-аналитической системы.

ОАО «Газпром» и его дочерние общества уделяют пристальное внимание обеспечению надежности, безопасности и эффективности эксплуатации объектов ГТС. Для этого проводятся мониторинг и оценка технического состояния объектов транспорта газа, анализ причин и последствий аварий, оценка эффективности ремонтных мероприятий. В рамках Постановления Правления от 23 апреля 2009 г. № 28 «О мерах по повышению надежности функционирования газотранспортной системы ОАО «Газпром» с 2009 г. проводится работа по созданию единой Системы управления техническим состоянием и целостностью объектов ГТС (далее – СУТСЦ ГТС), которая решает две краеугольные задачи:

- обеспечения надежной и безопасной эксплуатации магистральных газопроводов;

• минимизации материальных и финансово-экономических затрат в рамках работ по поддержанию технического состояния.

Система ориентирована на оптимизацию процесса планирования ремонтных и диагностических работ в целях обеспечения надежности и безопасности эксплуатации газопроводов с максимальной отдачей от вложенных средств. Принципиально важным и новым является применение количественного анализа техногенного риска эксплуатации газопровода.

Методика управления рисками на ЛЧ предусматривает совместное применение детерминистических и вероятностных методов анализа. Согласно СТО Газпром 2-2.3-351-2009 «Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО «Газпром» общий алгоритм оценки рисков представляет

«циклическую процедуру, включающую систематизацию всей доступной информации о состоянии опасного производственного объекта и его окружения с точки зрения промышленной безопасности, идентификацию опасностей, оценку риска аварий, анализ полученных показателей риска, разработку рекомендаций по снижению риска и проверку эффективности этих рекомендаций в следующем цикле анализа».

Методология для оценки технического состояния и целостности ЛЧ, разработанная специалистами ООО «Газпром ВНИИГАЗ», была внедрена и апробирована на прототипе информационно-аналитической системы в ООО «Газпром трансгаз Сургут». Общество было выбрано в качестве пилотной площадки в связи с высокой степенью информатизации: на момент старта работ по созданию системы управления целостностью в 2009 г. на предприятии действовала геоинформационная система магистральных трубопроводов (ГИС МТ), в рамках которой Общество располагало базой структурированных технических, пространственных, диагностических и эксплуатационных данных по объектам ГТС, а также технических и пространственных данных по объектам окружения газопроводов в объеме, достаточном для решения задач оценки рисков и ущербов.

ООО «Газпром трансгаз Сургут» эксплуатирует более 6,5 тыс. км магистральных газопроводов, пролегающих на территориях с различными природно-климатическими условиями. Репрезентативность и состав данных, полученных на пилотной площадке, позволили провести расчеты для полного



спектра сценариев, описанных в методологии ООО «Газпром ВНИИГАЗ». По результатам расчетов на реальных данных были уточнены требования к полноте и качеству исходных данных, отточены методики расчета рисков и ущербов, уточнены экспертные коэффициенты. Успешность внедрения и использования программного продукта позволила приступить к масштабированию проекта на все дочерние общества ОАО «Газпром».

Следующим шагом разработки СУТСЦ ГТС является реализация функций управления площадными технологическими объектами (далее – ПО). В настоящее время методологические решения в части управления целостностью ПО находятся на этапе активной разработки, поэтому для согласования технических вопросов и построения единой концепции необходимо максимальное привлечение технических специалистов. Опыт практической реализации масштабного проекта по управлению целостностью ЛЧ, база знаний, накопленная специалистами предприятия, и оснащенность ПО автоматизированными системами управления технологическими процессами позволяют ООО «Газпром трансгаз Сургут» и в этом проекте принимать непосредственное участие в согласовании и выверке решений методологического характера и апробации новой методологии на рабочем прототипе СУТСЦ ПО.

Основные ПО ГТС – это КС, газораспределительные станции (ГРС) и подземные хранилища газа (ПХГ). Специфика ПО ГТС и его принципиальное отличие от линейно-протяженных объектов заключается в следующем:

- ПО достаточно компактны, при этом по числу и концентрации конструкций и оборудования они значительно превосходят ЛЧ;
- оборудование ПО технически разнородно и может быть представлено как система последовательно и параллельно соединенных элементов функциональных систем (ЛЧ рассматривается как единый однородный протяженный объект);
- для ряда оборудования обслуживание выполняется периодически (по предписанию, по наработке агрегата), такие работы строго регламентированы и являются неоптимизируемой частью сводной потребности в обслуживании объектов ГТС;

- показатели технического состояния отдельных элементов и подсистем ПО изменяются «волнообразно» вследствие периодического проведения регламентированных ремонтно-восстановительных работ;
- для некоторых опасных составляющих площадного объекта (далее – ОСПО) предусмотрено резервирование, обеспечивающее требуемую надежность ПО в случае отказа отдельных элементов.

Подход к оценке техногенного риска, успешно применяющийся на ЛЧ, явным образом не может быть перенесен на ПО, так как требуются существенные корректировки. В статье рассматривается концептуальный подход к управлению техническим состоянием и целостностью площадных объектов с учетом их отличительных особенностей, который предусматривает создание единого механизма планирования и контроля показателей технического состояния всех объектов ГТС. Подход описан на примере КС – одного из наиболее важных и сложных ПО.

На КС можно выделить следующие опасные составляющие, которые являются основными технологическими объектами управления:

- технологические трубопроводы (ТТ), в том числе трубопроводы-шлейфы, трубопроводная связь технологического оборудования (ТПО), внутриплощадочные перемычки;
- газоперекачивающие агрегаты (ГПА);
- аппараты воздушного охлаждения газа (АВО газа);
- сосуды, работающие под давлением (СРПД);
- трубопроводная арматура (ТПА);
- объекты вспомогательного производственного назначения;
- подсистемы энергоснабжения, АСУТП, противокоррозионной защиты.

Особую конструктивную сложность имеют ГПА, стоимость обслуживания которых составляет около половины расходов всей КС.

ГПА оснащены системами резервирования и защиты, а регулярное обслуживание агрегатов регламентировано нормами наработки и указывается в требованиях изготовителя, нормативной документации по эксплуатации и безопасности. На отдельных ГПА предприятия установлена автоматизированная система диагностики

компрессорного оборудования (СДКО), которая накапливает данные реального времени с определенной периодичностью. Эти данные служат источником принятия оперативных решений диспетчерской и газокомпрессорной службами линейного производственного управления, но, кроме того, являются основой более глубокого (в том числе статистического) анализа протекающих технологических процессов и состояния оборудования.

Также информация о техническом состоянии ГПА и других объектов на КС накапливается после проведения планово-предупредительного обслуживания и диагностики оборудования. Диагностическое обслуживание объектов КС (ДООКС) включает:

- базовое диагностическое обследование;
- расширенное диагностическое обследование;
- повторные контрольные измерения;
- техническое освидетельствование;
- экспертизу промышленной безопасности (в том числе в целях продления ресурса).

Все вышеперечисленные виды диагностического обслуживания проводятся по утвержденным нормативным и методическим документам ОАО «Газпром» и дочернего газотранспортного общества (далее – ГТО). После проведения диагностики специалисты КС оценивают техническое состояние ОСПО по значениям контролируемых параметров, а также составляется заключение о его дальнейшем функционировании.

Реализация подхода к оценке технического состояния описана в СТО Газпром 2-2.3-523-2010 «Методические указания по прогнозированию и оценке технического состояния компрессорной станции как единого объекта», однако ранжирование оборудования на основании этого стандарта не учитывает принципиально важные моменты. В стандарте постулируется:

- техническое состояние объекта определяется путем расчета, основанного на наработке объекта, количестве его отказов и весовых коэффициентах;
- наработка объекта является определяющим фактором оценки технического состояния, вследствие чего не учитывается изменение технического состояния после проведения периодических ремонтно-восстановительных работ;

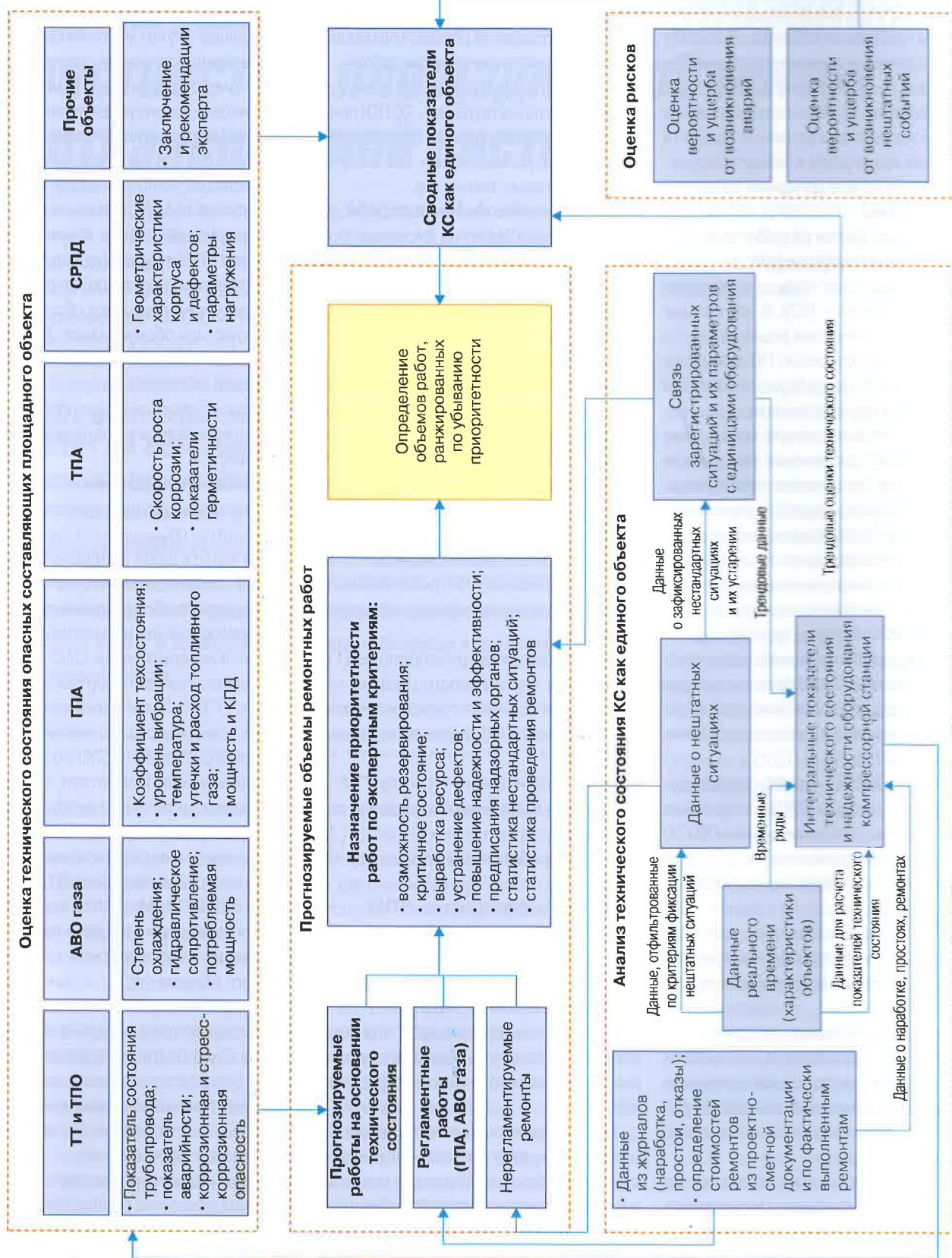


Рис. 1. Общий алгоритм СУТСИ по



- не учитывается количественная оценка рисков.

В предложенной авторами концепции планируется использовать наработки, описанные в нормативной документации (СТО Газпром 2-2.3-351-2009, СТО Газпром 2-2.3-523-2010) с учетом описанных выше специфических условий в рамках двухэтапного концептуального подхода.

1. Оценка показателей технического состояния и рисков каждой единицы оборудования КС, ранжирование на основании рассчитанных показателей и составление плана проведения мероприятий по обслуживанию объектов.

2. Расчет показателя технического состояния КЦ как единой системы последовательно-параллельно соединенных элементов и агрегирующего показателя по КС для последующего сравнения по данным показателям (приоритет по техническому состоянию) как отдельных цехов в составе КС, так и различных КС ОАО «Газпром».

Общий алгоритм концептуального подхода по управлению техническим состоянием и целостностью в схематическом виде представлен на рис. 1.

Реализация первого этапа предусматривает применение вероятностного подхода оценки рисков и ущербов (СТО Газпром 2-2.3-351-2009). В то же время моделирование аварии с различными сценариями поражения не дает ответа на вопрос оценки потерь ГТО в случае прекращения работы оборудования без нанесения ущерба окружающей среде. При отсутствии резервирования (как внутри ПО, так и в системной топологии ГТС) такая непштатная ситуация несет значительные расходы, связанные с невыполнением плана поставок, стоимостью незапланированного ремонта, стоимостью стравленного газа и штрафами за экологический ущерб при стравливании. Для учета этих затрат предлагается расширить понятие «техногенного риска» (СТО Газпром 2-2.3-351-2009) введением соответствующих дополнительных сценариев, учитывающих реализацию непштатных событий с критическими в указанном смысле последствиями (косвенный ущерб от недопоставки газа) (рис. 2). Расширенному в таком контексте понятию «техногенный риск» условно дается обозначение «техногенный риск непштатных событий (НС)».

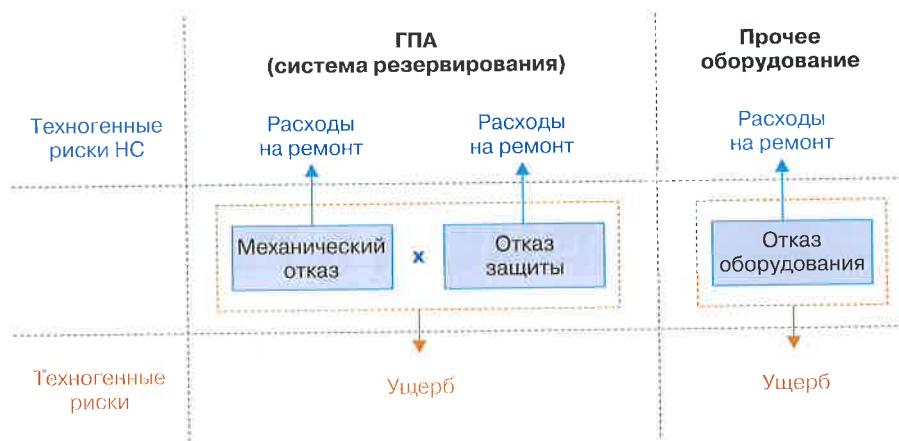


Рис. 2. Основные риски на площадном объекте

«Техногенные» и «техногенные НС» риски позволяют оценить условную стоимость потерь при дальнейшей эксплуатации оборудования без проведения запланированных работ, так как, по сути, являются произведением компонентов стоимостей ущербов и вероятности возникновения различных событий. С учетом расширения понятия «техногенный риск» до «техногенный риск НС» следует говорить о специфическом сценарии «Непштатная ситуация с прекращением работы оборудования без ущерба окружающей среде и персоналу». Однако оценку вероятности возникновения и развития данного сценария следует выполнять на основе прогнозирования технического состояния каждой единицы оборудования КС. Укрупненный алгоритм расчета необходимости проведения ремонта представлен на рис. 3.

Следует указать, что еще одним принципиальным отличием подходов СУТСЦ ПО от СУТСЦ для ЛЧ является максимальное использование данных АСУТП, позволяющих накапливать и выполнять многокритериальный статистический анализ причин и последствий непштатных ситуаций на основном оборудовании и автоматике, а также повысить объективность оценки технического состояния объекта.

В составе описанного укрупненного алгоритма предполагается ввести и рассчитывать показатель «коэффициент приоритета», согласно которому ранжируются объекты на КС. Пример результирующей матрицы принятия решений представлен на рис. 4.

Следующим этапом является расчет комплексного показателя состояния КС как единого объекта. Согласно СТО Газпром 2-2.3-523-2010 показатель технического

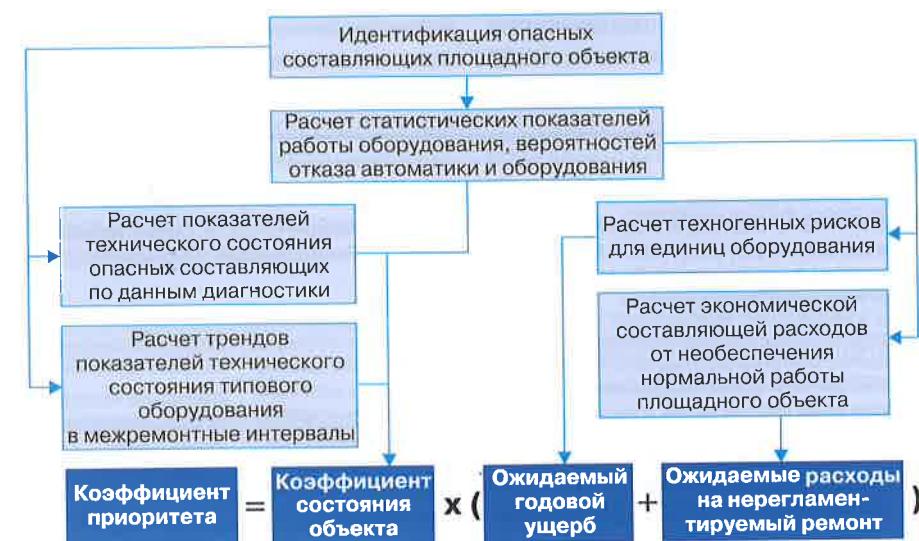


Рис. 3. Укрупненный алгоритм оценки технического состояния в целостности ПО

| Подразделение | Класс объекта | Объект | Вид ремонта | I квартал | II квартал | III квартал | IV квартал | K приоритета |
|-----------------|------------------------------|--------------------------------------|-------------|-----------|------------|-------------|------------|--------------|
| КС Пуртазовская | Компрессорная станция | | | | | | | |
| Цех 1 | Компрессорный цех | | | | | | | |
| | Установка АВО _r | АВО _r -1 | ППР | + | | | | 1,9632 |
| | ГПА в КЦ | ГПА-16ДКС-02Л Урал-1 | ТО-Дв | | + | | | 1,8574 |
| | ГПА в КЦ | ГПА-16ДКС-02Л Урал-2 | TP | | + | | | 1,5538 |
| | ГПА в КЦ | ГПА-16ДКС-02Л Урал-3 | СР | | | | + | 1,5236 |
| | ГПА в КЦ | ГПА-16ДКС-02Л Урал-4 | TP | | | + | | 1,4986 |
| | ГПА в КЦ | ГПА-16ДКС-02Л Урал-5 | TP | | + | | | 1,4587 |
| | Внутриплощадные коммуникации | Газопроводы-подключения на КС, 1 цех | TP | | + | | | 1,4211 |
| | ГПА в КЦ | ГПА-16ДКС-02Л Урал-3 | | | | | | 1,3625 |
| | Установка АВО _r | АВО _r -3 | | | | | | 1,2351 |

Рис. 4. Пример ранжирования по «коэффициенту приоритета»

состояния функциональных систем ПО вычисляют на основе значений показателей технического состояния элементов, входящих в состав этих функциональных систем (оборудование, части оборудования, технические объекты). Например, расчет сводного показателя по КЦ определяется как произведение показателей технического состояния его составляющих подсистем: системы очистки газа, системы компримирования газа, системы охлаждения газа, трубопроводов и ТПА. Каждому из показателей присваивается свой весовой коэф-

фицент, определенный экспертыным путем. Сводный показатель для КС определяется как сумма показателей по всем КЦ. Предложения по усовершенствованию алгоритма расчета сводного показателя предлагается вносить после расчета на прототипе, использующем реальные данные.

Можно заключить, что предложенный методологический подход позволит учесть требования нормативной документации и вписать функции управления площадными технологическими объектами в общий контекст существующих подходов

по оценке и управлению целостностью, а также принять во внимание основные отличия площадных объектов от линейно-протяженных объектов. Следующим шагом должна стать разработка прототипа информационно-аналитической системы, оценивающей техническое состояние оборудования ПО, оценку риска аварий, величину ущерба от аварии и необеспечения нормальной работы объекта. Полученные результаты могут быть использованы для усовершенствования методологической базы и алгоритмов для различных типов ПО.

Major gas transmission facilities: Conceptual approaches to integrity management

Alimov S.V. (OAO Gazprom, RF, Moscow), Ivanov I.A. (OOO Gazprom Transgaz Surgut, RF, Surgut), Nefedov S.V. (OOO Gazprom VNIIGAZ, RF, Moskovskaya Obl.), Pasechnikov A.N. (OAO Gazprom, RF, Moscow), Kurnaukhov M.Yu., Redikul'tsev S.A. (OOO Gazprom Transgaz Surgut, RF, Surgut), Basin M.B., Mikhaylenko A.G., Veremenko I.A. (OOO Gaztransit, RF, Moscow)

E-mail: NaidenyshevVV@surgut.gazprom.ru

This paper focuses on methodology development targeting gas transmission technical and integrity management based on plurality of Gazprom's repair plants and company-wider operations planning practices. One useful example highlights system implementation on a chosen gas pipeline and describes the key distinctive features of gas industry facilities covering large areas. In addition, the paper proposes conceptual approaches to target technical assessments, drawing conclusions from operations analysis of gas compressor stations. It was found that such pipeline-related methodologies need additional rethinking and revisions, and existing standards and guidelines

should be extensively adjusted to provide a better level of detail to meet new considerations given the present-day environment.

Keywords: gas transmission, pipelines, gas industry, major facilities, compressor station, technical status, integrity, management, control, risks, loss, assessment, information management, analysis, systems.