

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ (ВНИИГАЗ)

На правах рукописи

ВЕРГАСОВ ФАТЕХ ПЕТРОВИЧ

УДК 622.692.2.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕМОНТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
СЕВЕРНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ НА ОСНОВЕ УСКОРЕННЫХ МЕТОДОВ
ДИАГНОСТИКИ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ АНКЕРОВ

Специальность 05.15.13 - Строительство и эксплуатация
нефтегазопроводов, баз и
хранилищ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва - 1988

Работа выполнена во Всесоюзном научно-исследовательском институте природных газов (ВНИИГАЗ).

Научный руководитель - доктор технических наук,
профессор Галиуллин Э.Т.

Официальные оппоненты - доктор технических наук
Халлыев Назар Халлыевич

кандидат технических наук
Васильев Николай Павлович

Ведущее предприятие - НПО "Тюменьгазтехнология"
трест ИГМИ

Защита состоится 22 февраля 1989 г. в 13 час.
30 мин. на заседании специализированного совета К 070.01.02
по присуждению ученой степени кандидата технических наук во
Всесоюзном научно-исследовательском институте природных газов
(ВНИИГАЗ) по адресу: 142717, Московская область, Ленинский
район, пос. Развилка, ВНИИГАЗ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ВНИИГАЗа.

Автореферат разослан 12 января 1989 г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
к.т.н.



Б.М. Смерека

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы.

В XII пятилетке будет продолжено формирование крупнейшей в стране территориально-производственной базы по добыче природного газа в Западной Сибири, где за короткий исторический период освоены и выведены на проектную мощность такие крупные месторождения природного газа и газового конденсата как Медвежье и Уренгойское. Впереди освоение месторождений полуострова Ямал. Для транспорта добываемого здесь газа в центральные районы Европейской части СССР на Севере Тюменской области созданы мощные газотранспортные системы трубопроводов. Основной особенностью этих систем газопроводов является необходимость обеспечения бесперебойной работы в крайне неблагоприятных природно-климатических условиях, которые с продвижением добычи газа на Север усложняются до экстремальных. При этом растет сложность всех составляющих природно-климатических условий: погодных, инженерно-геологических, географических и т.п.

Вместе с тем, магистральные газопроводы являются взрыво- и пожароопасными сооружениями, аварии на которых могут носить характер катастроф: гибнет флора и фауна, загрязняются водоемы и атмосфера, безвозвратно теряется транспортируемый продукт. При этом, ущерб трудно переоценить. Поэтому, отмечая важное значение трубопроводного транспорта, партия постоянно ставит перед строителями и эксплуатационниками серьезную задачу по повышению качества и безопасности эксплуатации магистральных газопроводов.

Другой характерной особенностью газотранспортной системы является рост удельного веса в ней газопроводов, находящихся в эксплуатации продолжительное время, более десяти лет. Опыт эксплуатации газопроводов показывает, что в результате длительного взаимодействия газопроводов с неблагоприятными факторами природной среды на газопроводах растет количество потенциально-опасных участков, подлежащих планово-предупредительному ремонту, который в связи с вынужденной сезонностью ремонтных работ необходимо проводить с высокими темпами в короткие сроки при недостаточной мощности и мобильности ремонтных подразделений, а также в условиях большой рассредоточенности ремонтных баз.

За последние годы выполнен значительный объем работ по совершенствованию и оптимизации основных сторон ремонтного процесса на действующих магистральных газопроводах. Однако, в них не нашли достаточного отражения пути повышения эффективности диагностики технического состояния систем газопроводов большой протяженности и мощности, которая призвана быть основой разработки плана ремонтных работ. С другой стороны, требуют своего дальнейшего совершенствования и отдельные методы производства ремонтных работ.

В этой ситуации проблема повышения эффективности планово-предупредительных ремонтов, как средства повышения эксплуатационной надежности действующих газопроводов, является весьма актуальной.

Работа выполнена по плану новой техники ВПО "Тюменгазпром" на 1984 год, шифр 0403, заказ-наряду ВПО "Тюменгазпром" П.О.И./83-84; указанию Министерства газовой промышленности СССР от 12 мая 1984 г. и в соответствии с "Программой научно-исследовательских работ в областях геокриологических исследований и охраны окружающей среды при строительстве и эксплуатации объектов добычи и транспорта газа в условиях криолитозоны", утвержденной институтом ТюменНИИгипрогаз 16 января 1984 года.

Цель работы.

Целью работы является повышение эффективности планово-предупредительных ремонтов газопроводов за счет ускорения диагностики их технического состояния на основе системного

применения аэрометодов, а также за счет совершенствования технологии ремонтных работ на основе приоритетного применения балластировки потенциально-опасных участков винтовыми анкерами.

Основные задачи работы.

1. Повышение оперативности и достоверности инвентаризации потенциально-опасных участков газопроводов на основе системного и комплексного применения аэрофотометодов: аэровизуального обследования и аэрофотосъемки.

2. Обоснование требований к фотограмметрической обработке материалов аэрофотосъемки, позволяющих упростить этот вид работ, сократить сроки их проведения, снизить их стоимость.

3. Повышение обоснованности планов планово-предупредительных ремонтов на основе ранжирования выявленных в ходе инвентаризации потенциально-опасных участков по степени срочности вывода их в ремонт.

4. Разработка критерия ранжирования потенциально-опасных участков газопроводов, для расчета которого исходные данные можно получить из материалов аэрофотосъемки.

5. Совершенствование технологии ремонтных работ на основе приоритетного применения балластировки участков, подвергаемых периодическому загоплению.

6. Разработка эффективных способов балластировки газопроводов на основе применения винтовых анкеров. Совершенствование винтовых анкеров.

7. Исследование взаимодействия "горячих" газопроводов с вечномерзлыми грунтами. Определение границ протаивания грунтов.

Научная новизна.

1. Обоснована эффективность применения аэрометодов для диагностики технического состояния линейной части магистральных газопроводов.

2. Разработан критерий ранжирования потенциально-опасных участков по степени срочности вывода их в ремонт, исходные данные для расчета которого можно получить из материалов аэрофотосъемки, в процессе обоснованно упрощенной фотограмметрической обработки.

3. Исследована связь степени опасности потенциально-опасного участка с видом и состоянием мерзлых грунтов, в которых проложен действующий газопровод.

4. Разработаны новые конструкции винтовых анкеров для выполнения балластировочных работ, защищенные авторскими свидетельствами.

Практическая ценность работы.

Разработано направление повышения эффективности планово-предупредительных ремонтов северных газопроводов, для которых характерно появление потенциально-опасных участков в виде потери устойчивости трубопровода с выходом трубы на поверхность, на основе применения аэрометодов для диагностики их технического состояния.

Применение аэрометодов позволяет сократить сроки инвентаризации всех потенциально-опасных участков системы газопроводов большой протяженности более, чем в 10 раз по сравнению с наземными методами обследования газопроводов. Ранжирование полученного массива потенциально-опасных участков по степени срочности вывода их в ремонт на основе предложенного критерия позволяет выработать собственный план ремонтных работ, который предусматривает первоочередное сосредоточение ремонтных подразделений на самых опасных участках.

Рекомендовано в качестве первоочередных выделить экстренные работы, связанные со стабилизацией продольной оси трубопровода, на участках подверженных угрозе незапланированного обводнения в паводковый период. Эти работы наиболее оперативно и эффективно рекомендовано выполнять с применением винтовых анкеров.

Для стабилизации продольной оси трубопровода рекомендовано принять разработанные автором винтовые анкера, конструкции которых защищены авторскими свидетельствами 590400 и 838006, которые обладают повышенной на 30-40% несущей способностью. Первый из них предназначен для установки в талые, а второй - в мерзлые грунты.

Экономический эффект от внедрения методических положений работы составил 293,93 тыс.рублей, в том числе, долевое участие автора составило 147,0 тыс.рублей.

Апробация работы.

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались:

- на ученом совете института ТюменНИИгипрогаз в октябре 1984 года;
- на Надымской секции ученого совета института ТюменНИИгипрогаз в марте 1984 года;
- на Всесоюзном семинаре "Применение аэрометодов в изысканиях для трубопроводного строительства" в г.Ивано-Франковске, в июле 1984 года;

Винтовой анкер по А.С. 590400 экспонировался на ВДНХ СССР в 1977 году и был награжден серебряной медалью выставки (Постановление главного комитета ВДНХ СССР № 411 от 16 июня 1977 года).

Публикации.

По материалам исследования опубликовано 8 работ, отражающих основное содержание диссертационной работы.

Диссертация состоит из введения, трех глав, десяти разделов, заключения, библиографии и двух приложений.

Содержание работы изложено на 120 страницах машинописного текста, 9 рисунках, 23 таблицах. Библиография содержит 131 наименование.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении рассмотрены основные проблемы, связанные с продлением срока безаварийной эксплуатации газотранспортной системы в экстремальных условиях Севера Тюменской области. Намечены пути совершенствования ремонтного процесса за счет ускорения диагностики технического состояния газопроводов и приоритетного выполнения нестложных ремонтных работ на участках подверженных опасности обводнения, по технологии, основанной на балластировке газопроводов винтовыми анкерами.

В первой главе дан анализ современного состояния условий эксплуатации газопроводов и технологии ремонтных работ.

Климат района, где эксплуатируются газопроводы, по которым газ с северных месторождений подается в центральные районы страны, характеризуется суровой и продолжительной зимой, сравнительно коротким, но жарким летом. Снежный покров достигает мощности местами 2,7 метра и может лежать более 6 месяцев в году.

Температурный перепад в году превышает 100°C. Трассы газопроводов проходят по вечномерзлым грунтам островного и сплошного распространения, которые характеризуются не только различием своего литологического состава, но и температурой; газопроводы пересекают большое количество бодот и различных водных преград. С продвижением строительства газопроводов дальше на Север, сложность всех составляющих природно-климатических условий возрастает, а условия сооружения их и эксплуатация ухудшаются до экстремальных.

Большую опасность для газопровода представляют явления обводнения трубопровода там, где такое обводнение проектом не предусматривалось и поэтому в проекте отсутствуют необходимые решения по стабилизации продольной оси трубопровода. Такое обводнение является следствием, обычно, нарушенных режимов переноса газа на участках, проложенных на вечномёрзлых грунтах, а также нарушением поверхностного стока талых вод и атмосферных осадков, эрозией берегов ручьев и рек. Обводнение газопроводов сопровождается их всплыванием и оглением, заболачиванием территории; непредусмотренное проектом обводнение — одна из основных причин появления потенциально-опасных участков на действующих газопроводах, которые отличаются от соседних участков большей вероятностью аварии.

Учитывая большой экономический и экологический ущерб, который наносят аварии на магистральных газопроводах, возрастающее значение приобретает планово-предупредительный ремонт, который позволяет аварийно-спасательный режим работы ремонтных подразделений перевести в режим планомерного и последовательного улучшения технического состояния газопроводов.

Для правильного и обоснованного планирования сроков проведения ремонтов необходимо иметь возможность оперативной инвентаризации всех потенциально-опасных участков, ранжирования их по степени срочности вывода в ремонт. Оперативное и достоверное проведение диагностики технического состояния системы газопроводов — одно из главных направлений повышения эффективности ремонтных работ на системе газопроводов большого масштаба и мощности.

Проведенный анализ методов оценки технического состояния трубопроводов, диагностики, показал, что ни один из них полностью не соответствует поставленным целям; однако, класс методов, основанных на использовании зависимостей изменения уровня напряжений от изменения формы трубопровода под действием на него нагрузки, является наиболее приемлемым с точки зрения трудоемкости, производительности, которая может быть резко, в несколько раз, увеличена путем применения аэрофотометодов для сбора исходных данных о форме трубопровода на потенциально-опасном участке. Дальнейшее подробное рассмотрение аэрофотометодов позволило выявить резервы удешевления работ и здесь.

Применение аэрофотометодов для целей диагностики дает и другие сопутствующие положительные эффекты:

- положение газопроводов отражается на аэрофотоматериалах в полной связи с элементами окружающей среды, с высокой степенью генерализации и достоверностью;

- возможно осуществление мониторинга как за техническим объектом, так и за окружающей его средой.

Это позволяет определить уровни техногенных нагрузок на природную среду, отслеживать процессы восстановления природных комплексов после прекращения техногенного вмешательства.

Это делает аэрофотометоды прочной основой прогнозирования работоспособности технических и природных систем при их взаимодействии.

Другое направление связано с повышением эффективности всей технологии ремонтных работ и отдельных ее этапов и видов. Важно сбалансировать этап диагностики технического состояния газопроводов с этапом собственно ремонтных работ.

Ремонтные работы, как правило, не отличаются от строительно-монтажных работ по видам, однако, они характеризуются специфическими условиями своего проведения и более высокой стоимостью. Особой сложностью отличаются земляные работы и работы по балластировке, которые лимитируют сроки окончания ремонтных работ. Так как наибольшую опасность представляют участки газопровода, подверженные риску незапланированного затопления, необходимо из всего комплекса ремонтных работ выделить неотложные ремонтные работы, связанные со стабилизацией продольной оси трубопровода на этих участках. Эти работы должны немного опережать по срокам остальные виды ремонтных работ на ремонтируемом газопроводе, а в необходимых случаях стабилизация продольной оси трубопровода должна проводиться и вне связи с другими ремонтными работами, что позволяет провести экстренный планово-предупредительный ремонт потенциально-опасного участка газопровода.

Учитывая условия экстренности и труднодоступности, балластировку трубопровода целесообразно вести винтовыми анкерами, которые в большом количестве можно доставить к месту производства работ вертолетами. Винтовые анкера из всех балластировочных конструкций обладают наибольшей удельной, на 1 килограмм собственного веса, несущей способностью.

Вторая глава посвящена исследованию факторов, которые определяют техническое состояние действующих газопроводов, обоснованию критерия ранжирования потенциально-опасных участков по степени срочности вывода их в ремонт и разработке технологии применения аэрометодов для диагностики технического состояния газопроводов.

Появление потенциально-опасных участков на действующих, в условиях распространения вечномёрзлых грунтов, газопроводах называется тремя основными группами причин; ошибками, допущенными при проектировании, отклонениями от требований проекта при строительстве, нарушениями режимов эксплуатации.

Потенциально-опасный участок - это результат действия всех этих и некоторых других групп причин. От соседних участков потенциально-опасный участок отличается повышенной опасностью аварии, так как его техническое состояние нестабильно и не управляемо. Он проявляет себя по-разному: там, где газопровод достаточно заземлен грунтом и положение его продольной оси стабилизировано, могут появиться, например, связи; где балластировка недостаточна, участок может потерять устойчивость с перемещением газопровода вверх с выходом его на поверхность.

Рассмотрены факторы, характеризующие степень опасности потенциально-опасных участков с недостаточной балластировкой и стабилизированностью продольной оси трубопровода. Это - внутреннее давление газа, температура газа, опасность обводнения, действие отрицательных температур окружающего воздуха, инженерные свойства геологической среды, в которой проложен газопровод, динамика изменения параметров геометрической формы потенциально-опасного участка. Неопределенность, связанная с этим, приводит к необходимости оценки существенности влияния этих факторов на степень опасности участков и выработки критерия ранжирования их.

Для оценки существенности отдельных факторов для выработки оперативного диагноза технического состояния системы газопроводов, на которых появление потенциально-опасных участков носит массовый характер, была разработана программа параллельного исследования системы газопроводов на участке Уренгой-Пангоды наземными методами и аэрофотометодами, где в ходе инвентаризации обнаружено 162 потенциально-опасных участка.

В ходе исследования грунтов-оснований по первой нитке газопровода Уренгой-Надым, которое проводилось путем бурения скважин с отбором керна, установлено, что глубина оттаивания грунтов изменяется в широких пределах, от 2,7 до 7,5 метра от дневной поверхности грунта в зависимости от вида грунта, температуры транспортируемого газа и положения газопровода. На рисунке показана глубина оттаивания вечномёрзлых грунтов на 23 километре газопровода Уренгой-Надым первая нитка.

Сведения об оттаивании на других участках приведены в таблице.

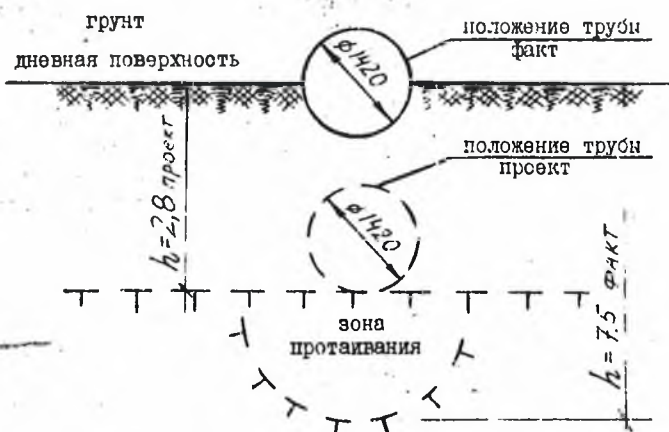


Рис. 1. Глубина оттаивания НМГ на 23 километре

Таблица I

Километр	Температура газа, °C	Глубина оттаивания м	Километр	Температура газа, °C	Глубина оттаивания м
5	3,3	5,2	52,8	7,3	5,0
23	10,6	7,5	54,0	7,1	1,6
28	10,2	5,2	54,3	7,1	4,8
47,8	7,7	3,3	56,0	6,8	1,8
50,0	7,5	5,1	59,0	5,9	5,2

Материал, полученный в ходе исследования газопроводов на этом участке наземными методами систематизирован и сведен в таблицы. Из собранного материала следует, что в период эволюции произошло протаивание вечномерзлых грунтов как в основании газопровода, так и в его обваловке, произошло выпучивание и всплытие участков газопровода, а также его оголение. При этом грунт засыпки обвалился под газопровод и при уходе талых вод газопровод лег на этот грунт. Несмотря на протаивание грунтов в основании газопровода, осадок газопроводов по результатам многолетних наблюдений не обнаружено. В основании газопровода сформировалось новое, талое грунтовое основание, положение верхней границы кровли мерзлых пород стабилизировалось. Газопровод принял новое, относительно стабильное пространственное положение, которое необходимо зафиксировать при помощи балластировки и засытки грунтом.

Для обоснования очередности проведения ремонтных работ был предложен и обоснован критерий ранжирования потенциально-опасных участков по сравнительной степени опасности. Таким критерием стало отношение стрелки прогиба выпучившегося участка к квадрату его длины.

Особенностью выбранного критерия и его достоинством является то, что исходные данные для его расчета можно получить из материалов аэрофотосъемки.

В процессе фотограмметрической обработки материалов аэрофотосъемки, которую необходимо проводить с гироскопической стабилизацией аэрофотоаппарата, длина выпучившегося участка определяется простым делением измерительной линейки. Для определения стрелки прогиба можно также ограничиться последовательным визированием "марки" на поверхности грунта и верхней образующей дуги, взяв отсчет по лимбу стереофотограмметрического прибора. При этом все измерения ведутся в относительной системе измерений, что существенно упрощает этот вид фотограмметрических работ и в несколько раз снижает их стоимость.

Обоснованное упрощение критерия ранжирования потенциально-опасных участков газопровода позволило применить для инвентаризации и ранжирования аэрофотоаппараты, что решающим образом сокращает сроки диагностики технического состояния газотранспортных систем большой протяженности.

В третьей главе рассмотрено практическое применение методики диагностики технического состояния на основе выработанного критерия ранжирования потенциально-опасных участков на примере системы газопроводов на участке Уренгой-Пангоды, разработаны рекомендации по проведению экстренных и первоочередных ремонтных работ, описаны конструкции винтовых анкеров для проведения балластировки в кратчайшие сроки на труднодоступных для наземного транспорта участках, дана оценка эффективности совершенствования планово-предупредительных ремонтов на основе комплексного улучшения различных его аспектов.

В ходе применения аэрометодов для диагностики технического состояния системы газопроводов уточнено место и область наиболее рационального применения аэровизуального обследования трасс газопроводов и аэрофото съемки. Аэровизуальное обследование должно служить общей оценке состояния газопроводов и их систем, фиксации наиболее характерных нарушений технического состояния и привязки этих нарушений к элементам ситуации: крановым узлам, углам поворота, станциям катодной защиты, карьерам, рекам, ручьям, озерам и т.д. Это необходимо в дальнейшем для надежной идентификации потенциально-опасных участков на материалах аэрофото съемки. Аэровизуальное обследование дает возможность сравнительной оценки между собой различных коридоров и систем газопроводов. Это обследование незаменимо при большой скорости изменения состояния природной среды, например, в паводковые периоды, когда надо оперативно отслеживать динамику взаимодействия газопроводов с окружающей природной средой.

Аэрофото съемка позволяет собрать объективный материал о техническом состоянии исследуемого газопровода или системы, провести инвентаризацию всех потенциально-опасных участков; дальнейшая фотограмметрическая обработка материалов съемки позволяет провести надежную диагностику технического состояния газопроводов. Аэрофото съемка служит основой для проектирования ремонтных работ, что существенно ускоряет разработку таких проектов.

В результате обработки материалов аэрофото съемки исследуемого участка выявлено 162 потенциально-опасных участка, определена длина и стрелка прогиба каждого из них. Все данные сведены в дефектную ведомость. Ту же занесены данные о виде и состоянии грунтов, в которых проложен каждый из потенциально-опасных участков. Там же приведен результат расчета критерия ранжирова-

ния, для удобства умноженный на 1000000.

Из ведомости видно, что потенциально-опасные участки распределены по длине системы газопроводов равномерно. Дефектные участки в начале, у компрессорной станции, характеризуются выпучинами небольшой протяженности, но с большой стрелкой прогиба, вплоть до выхода газопровода на бровку траншеи.

Для анализа общих закономерностей, характерных для рассматриваемой системы, был проведен статистический анализ данных на ЭВМ РС XT в среде стандартной программы "СТАТГРАФИК".

Получено процентное распределение дефектных участков по степени их опасности; 80% всех участков имеют незначительную величину критерия ранжирования - от 0 до 200; 10% дефектных участков можно отнести к категориям высокой опасности, значение критерия здесь колеблется от 2000 до 8000.

Наибольшую опасность представляют потенциально-опасные участки с большим значением критерия ранжирования, до 8000.

Потенциально-опасные участки приурочены к местам перехода толщины стенки трубопровода с большого значения к низкому и наоборот, к местам вблизи от горизонтальных углов поворота, к понижениям поверхности, где скапливаются поверхностные воды.

При равенстве критерия ранжирования у различных потенциально-опасных участков раньше выводиться в ремонт должен тот из них, который ближе к началу газопровода; где давление газа и его температура выше.

Для изучения возможного влияния на степень опасности потенциально-опасных участков типов грунтов и их состояний было предпринято исследование методом дисперсионного анализа с использованием коэффициента для оценки степени влияния факторов. При значении коэффициента близком к нулю, влияние считается существенным, чем больше значение этого коэффициента, тем меньше степень влияния. Оказалось, что на величину критерия ранжирования более существенное влияние оказывает состояние грунта. Вид грунта на величину критерия ранжирования явно не влияет. Высокая опасность песчаных грунтов, связана с наименьшей сравнительной уплотняющей их способностью. Далее за песками следует торфы, опасность которых связана с уязвимостью обваловки здесь при обводнении. Значительными длинами оголения газопроводов отличаются участки, расположенные на суглинках, где средняя величина

оголения равна 1239 метрам, что немногим более, чем на торфях - 1121 метр. Объективные выводы по глинам сделать не представилось возможным из-за малого количества потенциально-опасных участков, расположенных на них.

В соответствии со значением критерия ранжирования экстренные ремонтные работы были проведены на участках с критерием, близким к 8000. Ремонт таких участков связан с остановкой газопровода, вырезкой участка трубы и посадкой трубопровода на проектную отметку.

Вторая группа потенциально-опасных участков может быть отремонтирована без вырезки участка трубопровода, но нуждается в стабилизации своей продольной оси, которую необходимо проложить путем баллаستирования. Для удешевления балластировочных работ в труднодоступных местах трассы рекомендуется широкое применение анкеров.

Участки третьей группы нуждаются только в восстановлении засыпки трубы грунтом.

На основании вышеизложенного были разработаны "Мероприятия по срокам проведения ремонтных работ многоконтурной системы газопроводов на участке Уренгой-Пангоды в 1984 году", которые успешно внедрены в производственном объединении "Тюменгаз".

Для выполнения балластировочных работ в сжатые сроки на труднодоступных участках при угрозе их незапланированного обводнения были разработаны две конструкции винтовых анкеров. Один анкер - раскрывающегося типа - для грунтов, находящихся в талом состоянии, другой - для мерзлых грунтов. Обе конструкции защищены авторскими свидетельствами, соответственно, 590400 и 838006. Винтовые анкера погружаются в грунт механизмами, которые можно легко доставить к месту работ вертолетом, а также ручным инструментом. Это важное условие проведения экстренных ремонтных работ на участках, где возникла угроза незапланированного обводнения газопроводов.

Повышение эффективности плано-предупредительных ремонтов северных газопроводов достигнуто применением аэрометодов для диагностики технического состояния, которые позволили провести массовое обследование газопроводов в короткие сроки. Ранжирование выявленных в ходе инвентаризации потенциально-опасных участков позволило последовательно провести плано-предупреди-

тельный ремонт опасных участков, что обеспечило работоспособность газотранспортной системы на этом участке.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. На основании материалов бурения мерзлых грунтов, в которых проложена система газопроводов на участке Уренгой-Пангоды, установлено, что в результате теплового взаимодействия с "теплым" газопроводом верхняя граница кровли вечномёрзлых грунтов сместилась вниз на 1,2 - 4,7 метра, в зависимости от вида грунта и характера теплообмена. При этом смещения газопровода вниз не зафиксировано, а положение границы верхней кровли вечномёрзлых грунтов стабилизировалось.

2. Инвентаризация потенциально-опасных участков с применением аэрометодов позволила выявить 162 потенциально-опасных участка, представляющих собой выход трубопроводов на поверхность и характеризующихся различной длиной и стрелкой прогиба. Упрощенная фотограмметрическая обработка материалов аэрофото-съемки позволила получить данные о длине оголения трубы, а также о стрелке прогиба. Применение аэрометодов ускорило этот вид работ более, чем в 10 раз по сравнению с традиционными методами.

3. Предложен критерий ранжирования полученного массива потенциально-опасных участков по степени срочности вывода их в ремонт. Этим критерием стал удельный прогиб, т.е. отношение стрелки прогиба к квадрату длины. В соответствии с критерием ранжирования выделены три группы потенциально-опасных участков:

- группа низкой опасности -
 - значение критерия от 0 до 30;
- группа средней опасности -
 - значение критерия от 31 до 800;
- группа высокой опасности -
 - значение критерия от 801 до 8000.

Для всех групп потенциально-опасных участков рекомендованы соответствующие виды ремонтных работ и очередность их выполнения.

4. Исследована зависимость между значением критерия ранжирования и видами грунтов, а также их состоянием.

Установлено, что при приблизительном равенстве количества участков, расположенных в талых и мерзлых грунтах, соответственно, 85 и 77, среднее значение критерия ранжирования для талого грунта на порядок выше, чем у мерзлого и составляет 511. Это связано с тем, что на вечномёрзлых грунтах газопроводы, как правило, вкладывались на малую глубину или наземно, в обваловке. Значительными длинами оголения газопроводов отличаются участки, расположенные на суглинках.

5. Наибольшую опасность представляют потенциально-опасные участки с большим значением критерия ранжирования, до 8000.

Потенциально-опасные участки приурочены к местам перехода голщины стенки трубопровода с большого значения к низкому и наоборот, к местам вблизи от горизонтальных углов поворота, к понижениям поверхности, где скапливаются поверхностные воды.

6. При равенстве критерия ранжирования у различных потенциально-опасных участков раньше выводиться в ремонт должен тот из них, который ближе к началу газопровода, где давление газа и его температура выше.

7. Участки, подверженные опасности незапланированного обводнения, нуждаются в стабилизации осяевой продольной осью путем проведения балластировки. Провести эту работу можно, применив винтовые анкеры, обладающие наивысшей сравнительной несущей способностью; балластировка винтовыми анкерами дает возможность широкого применения вертолетов для доставки ремонтных материалов в труднодоступные районы нахождения потенциально-опасных участков.

С этой целью разработаны новые конструкции винтовых анкеров, пригодные для установки как в талые, так и мерзлые грунты, обладающие повышенной несущей способностью, в 1,2 - 1,4 раза по сравнению с применяемыми винтовыми анкерами для данных условий.

Конструкции винтовых анкеров защищены авторскими свидетельствами 590400 и 838006.

8. Установлено, что в результате протаивания грунтов, окружающих газопровод, происходит формирование нового талого грунтового основания под ним, которое характеризуется стабильностью осяевых свойств во времени. Дополнительная обваловка оголенных участков газопровода практически устраняет опасность ава-

рии на участках, с малым значением критерия ранжирования.

9. Разработаны "Мероприятия по срокам проведения ремонтных работ многониточной системы газопроводов на участке Уренгой-Папгоды в 1984 году", которые успешно внедрены в производственном объединении "Тюменскгаз".

10. Результаты диссертационной работы внедрены в Главтюменгазпроме. Суммарный экономический эффект составил 293,93 тыс. рублей, при долевом участии автора диссертации - 147,0 тыс. рублей.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. А.С. 590400 (СССР). Винтовой анкер. /Варгасов Ф.П. - Оpubл. в Б.И., № 4, 1978.

2. А.С. 838006 (СССР). Винтовой анкер. /Варгасов Ф.П. - Оpubл. в Б.И., № 22, 1981.

3. Орехов В.И., Батурчик В.Г., Варгасов Ф.П., Веселый И.Н. Оптимизация шага винта лопастей у сваи с развитой боковой поверхностью. Экспресс-информация ВНИИПКгеоргнефтегазстрой. Сер.: Строительство наземных объектов, № 8, 1987.

4. Варгасов Ф.П. Обоснование первоочередности экстренных ремонтов магистральных газопроводов. - М., Экспресс-информации ВНИИПКгеоргнефтегазстрой. Сер.: Строительство магистральных трубопроводов. вып. 10, 1988.

5. Варгасов Ф.П. Выбор критерия ранжирования потенциально опасных участков трубопроводов. - М., Экспресс-информация ВНИИПКгеоргнефтегазстрой. - Сер.: Строительство магистральных трубопроводов. вып. 10, 1988.

6. Варгасов Ф.П. Анализ методов оценки технического состояния трубопроводов. - Рук. деп. во ВНИИПКгеоргнефтегазстрой. № 53, Строительство трубопроводов - 88. 10.03.1988.

7. Варгасов Ф.П. Разработка рекомендаций по ремонтным работам магистральных газопроводов с применением анкеров для балластировки. - Рук. деп. во ВНИИПКгеоргнефтегазстрой, № 52, Строительство трубопроводов - 88. 10.03.1988.

8. Варгасов Ф.П. Диагностика технического состояния магистральных газотранспортных систем - фактор повышения эффективности планово-предупредительных ремонтов. - М., Экспресс-информация МИНГа. Сер.: Проблемы трубопроводного транспорта нефти и газа, 1988.

Уч. № 389

Отпечатано в 2-х экземплярах
1-й экз. - ротапринт ВНИИГАЗа
2-й экз. - Ученый секретарь ВНИИГАЗа
Исполнитель - Воргасов Ф.П.
Отпечатала - Варламова В.Е.

Заказ № 17 Подписано к печати 21 декабря 1988 г.
Тираж - 100 экз. Формат: 84x108/32. Объем: 1 уч.-изд.л.

Отпечатано на ротапринте ВНИИГАЗа по адресу: 142717, Московская область, Ленинский район, пос. Развилка, ВНИИГАЗ