УДК 504.064.36:574

Н.Б.ПЫСТИНА, *нач. отдела*, *тел.* (*495*) *355-90-49*
А.В.БАРАНОВ, *д-р геогр. наук*, *гл. науч. сотрудник*, *тел.* (*495*) *355-90-49*
ООО «ВНИИГАЗ»

N.B.PYSTINA, *head of department*, *tel.* (*495*) *355-90-49*
A.V.BARANOV, *Dr. in geog.*, *senior research assistant*, *tel.* (*495*) *355-90-49*
VNIIGAS Co.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ КАК ИНФОРМАЦИОННАЯ ОСНОВА БЕЗАВАРИЙНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Рассмотрены опасные деструктивные процессы, способные привести к серьезным авариям, возникающим при эксплуатации газопроводов в условиях Крайнего Севера, а также мероприятия по их предотвращению.

***Ключевые слова*:** геоэкологический мониторинг, водная эрозия, районы Крайнего Севера.

GEOECOLOGICAL MONITORING AS AN INFORMATION BASE OF ACCIDENT-FREE OPERATION OF GAS MAINS UNDER CONDITIONS OF THE FAR NORTH

The present report considers dangerous destructive processes that may result in serious accidents during operation of gas mains under conditions of the Far North, and also measures to prevent them.

***Key words*:** geoecological monitoring, water erosion, regions of the Far North.

В настоящее время экологические проблемы, связанные с эксплуатацией газопроводов, особо остро проявились в районах Крайнего Севера, характеризующихся сложными климатическими и геокриологическими условиями с обширным распространением заболоченных территорий и многолетнемерзлых грунтов (МГ).

Причины сложившейся ситуации связаны с качеством проектирования и строительства линейной части МГ. При проектировании не прогнозировалось нарушение природного динамического равновесия. В процессе строительства газопроводов не учитывались многофакторность и сложность взаимодействия системы газопровод – окружающая среда. При эксплуатации, как правило, отсутствовал прогноз изменения окружающей среды, при этом природоохранные решения принимались на основе условий, имевших место до начала строительства (см. таблицу).

Наглядным примером реакции окружающей среды на техногенные воздействия является ситуация, сложившаяся на трассе действующей системы газопроводов Заполярное – Уренгой, при проектировании которой не были учтены основные закономерности формирования талого и дождевого стока со склонов, пересекаемых трассой, а также местные условия развития комплекса водноэрозионных процессов.

Основные виды нарушений геосистем газопровод – природная среда и сопутствующие им процессы

Виды воздействий	Элементы рельефа		
	ровный (бесстоковый)	пологий (дренированный)	крутой (дренированный)
Нарушения:			
микрорельефа	–	±	±
почвы и ее свойств	+	+	+
растительности и ее характеристик	+	+	+
снегонакопления	+	+	+
тепловых условий	+	+	+
поверхностного стока	–	+	+
грунтового стока	–	+	+
Процессы:			
протаивание, просадки, термокарст	+	+	+
пучение	+	–	–
образование техногенных озер	+	–	–
солифлюкция	–	+	+
оползни, быстрые сплывы	–	–	+
эрозия и термоэрозия	–	+	+
заболачивание	+	–	–
иссушение	–	+	+
дефляция	–	–	–

По результатам геоэкологического обследования газопровода все имеющиеся на нем нарушения характерны для участков:

• с эрозией обвалования;

• заглублением менее 0,6 м;

• развитием термоэрозии и термокарста.

Для предотвращения опасного развития деструктивных природных процессов (ДПП) на этих участках необходимо проведение специальных технических решений, направленных на сохранение свойств микрорельефа, почв, растительности, условий стока на нижележащие гипсометрические уровни. Их реализация достигается организацией и проведением геоэкологического мониторинга, по результатам которого разрабатывается проект дополнительных мероприятий.

Выбор пунктов и маршрутов наблюдений за развитием водноэрозионных процессов на трассе магистрального газопровода Заполярное – Уренгой осуществлялся на основании следующих принципов:

• репрезентативности выбираемых участков для данного типа геоморфологических, мерзлотных, ландшафтных условий;

• типичности участков по территории;

• наилучшей выраженности в рельефе;

• разнообразия природных условий;

• возможности длительных наблюдений.

Поставленная задача потребовала крупномасштабного геоморфологического картирования исследуемой территории трассы. При этом использовались топографическая основа масштаба 1:25000, материалы летней аэрофотосъемки 2007 г. масштаба 1:10000 в количестве 1550 шт., а также материалы полевых исследований.

По результатам аэровизуального осмотра и анализа полевых экспедиционных материалов была проведена типизация существующих оврагов.

Зафиксированы две основные стадии развития оврагов:

1) образование промоин глубиной до 1 м;

2) формирование вершин оврагов с резким увеличением их глубины (1-3,5 м и более).

Установлены следующие виды техногенного воздействия на почвенный покров в процессе строительства и эксплуатации:

• уничтожение плодородного верхнего слоя почвы, его перемешивание на большую

глубину при подготовке траншей и их последующей засыпке;

• уплотнение почвы и нарушение напочвенного покрова при перемещении строительной техники, складировании труб, различных строительных материалов как в полосе отвода, так и на прилегающих участках.

Причем в ходе строительства газопровода был уничтожен или поврежден почвенно-растительный покров в полосе отвода на значительном расстоянии от трубы. Это связано с прокладкой газопровода преимущественно в коридорах существующих коммуникаций – автомобильных и лесных дорог.

В целом из-за ошибок при проектировании и строительстве трасса газопровода в настоящее время подвержена разрушительному действию эрозионных процессов.

На 19-м км, где трасса пересекает склон со значительным продольным уклоном и большой площадью водосбора, наблюдается интенсивный размыв основания обваловки под конструкцией крепления и образования нового оврага.

В результате этого возникла аварийная ситуация с деформацией и возможным разрушением газопровода.

На 37-м км под воздушным переходом трубы газопровода из-за нарушения целостности почвенно-растительного покрова на водосборе наблюдается интенсивный рост антропогенного оврага.

На 59-м км трасса пересекает склон, лишенный растительного покрова в процессе строительства. В результате этого происходит интенсивное развитие овражной сети по колеям автотранспорта.

На 85-м км трассы вдоль засыпки происходит разрушение насыпи. Образуются глубокие промоины, переходящие в овраги.

В настоящее время для борьбы с овражообразованием вдоль ниток газопровода выполняется крепление поверхности склона путем укладки вертикальных противоэрозионных решеток с засыпкой ячеек решетки щебнем.

Крепление выполняется, как правило, с одной из сторон нитки газопровода на месте существовавшего ранее и засыпанного оврага.

Анализ техногенного состояния этих конструкций свидетельствует о том, что применяемые в настоящий момент противоэрозионные мероприятия способны защитить только отдельные участки склонов на некоторый период, однако вероятность их повторного размыва в период прохождения половодий с образованием оврагов под конструкцией крепления сохраняется.

Выводы

Обобщение и анализ результатов многолетних экологических мониторинговых исследований (камеральных, дистанционных, полевых) на объектах магистрального транспорта газа ООО «Газпром трансгаз Ухта» и трассы газопровода Заполярное – Уренгой позволили провести классификацию доминирующих экзогенных и инженерно-геологических процессов.

Для управления георисками, имеющими место на этих МГ, предлагается следующий алгоритм действий:

• балльная оценка развития каждого вида процесса;

• перечень природоохранных (инженерных) мероприятий, нивелирующих георриски;

• мониторинг за эффективностью мероприятий и динамикой развития процессов.

На его основе разрабатывается комплекс специальных технических решений по локализации и предупреждению развития опасных проявлений деструктивных процессов на трассах МГ.

Так, для трассы МГ Заполярное – Уренгой предложены специальные гидромелиоративные мероприятия, ориентированные на задержание и регулирование поверхностного стока:

• распылители стока;

• водоотводные канавы на склонах;

• водозадерживающие и водоотводящие валы перед вершинами оврагов.

Применение комплекса данных гидротехнических решений позволит предотвратить образование в коридоре трассы сосредоточенных путей стока поверхностных вод, уменьшить скорости потока до безопасных значений, при которых не происходит размыв почвы, а также снизить общую обводненность защищаемых участков.

На некоторых участках с незначительными уклонами, где позволяет рельеф местности, рекомендуется также выполнить планировку склона с направлением стока поверхностных вод от ниток газопровода и сбросом их на участок рельефа, растительный покров которого не был нарушен при прокладке трассы газопровода.

Предложенные мероприятия в сочетании с реализованными техническими решениями защиты ниток газопровода от деструктивных природных процессов позволят предотвратить интенсивность и опасность развития эрозионных процессов на всей трассе.