



УДК 622.691.4.053:631.4(571.56-191.2)

*M.V. Оконешникова*

## ВЛИЯНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА НА ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Определены возможные нарушения мерзлотных почв при строительстве газопровода в Центрально-Якутской равнине, охватывающей бассейн среднего течения реки Вилюй. Проведена оценка устойчивости почв к техногенному воздействию в зависимости от глубины сезонного оттаивания, строения почвенного профиля, характера и мощности органогенных горизонтов.

**Ключевые слова:** почвенный покров, почвы, многолетняя мерзлота, техногенное воздействие, устойчивость почв.

*M.V. Okoneshnikova*

## INFLUENCE OF THE MAIN GAS PIPELINE CONSTRUCTION ON THE SOIL COVER IN THE CONDITIONS OF CENTRAL YAKUTIA

*The possible violations of permafrost soils during the gas pipeline construction in Central Yakutia plain, which covers the basin of the river Viluy middle stream, are determined in the article. The assessment of soil stability, depending on the depth of seasonal thawing, the structure of the soil profile, the nature and capacity of organic horizons is done.*

**Key words:** soil cover, soils, permafrost, technological impact, stability of the soil.

Строительство магистрального газопровода от Среднетунгского газоконденсатного месторождения до с. Тамалакан Верхневилюйского района Республики Саха (Якутия) предусмотрено в рамках масштабной программы газификации сельских населенных пунктов Республики Саха (Якутия). Общая протяженность газопровода составляет 135,2 км и тянется длинной узкой полосой на север от р. Вилюй по нерасчлененным и слаборасчлененным участкам междуречья рек Тунг и Тюкан, включая переходы через р. Тунг в северной части ( $64^{\circ}47'$  с.ш) и через р. Вилюй в южной части ( $63^{\circ}26'$  с.ш). Детальное обсуждение почвенного покрова на участках переходов газопровода через реки Тунг и Вилюй показало существенное различие в пространственном распределении зональных типов почв. В почвенном покрове северной части трассы газопровода преобладают криоземы типичные и глеевые, южной части – мерзлотные палевые типичные и палево-бурые оподзоленные почвы [1,2].

**Цель настоящей работы** – оценить основные виды воздействия на почвенный покров при строительстве газопровода и определить возможные изменения современного состояния мерзлотных почв.

**Объекты и методы исследования.** Район строительства газопровода входит в западную половину Центрально-Якутской равнины, покрытой древнеаллювиальными и аллювиальными четвертичными отложениями [3]. Абсолютные отметки по полосе трассы меняются от 104 до 230 м над ур. м.

Климат резко континентальный, очень холодный и полузасушливый. Среднемесячная температура воздуха в июле составляет плюс  $16,9-17,9^{\circ}\text{C}$ , в январе минус  $37,1-37,8^{\circ}\text{C}$ . Годовое количество осадков составляет 215–245 мм, из них наибольшее количество выпадает в теплый период (V–IX) 145–159 мм, или 67%, в холодный период (X–IV) – 70–86 мм, или 33% [4]. Низкие зимние температуры воздуха обусловливают при небольшом снежном покрове интенсивное и глубокое промерзание почв и их позднее оттаивание. В зависимости от литологических и физических свойств почв, типа растительности и экспозиции склона глубина сезонного оттаивания колеблется от 0,3 до 1,5 м. Многолетняя мерзлота сохраняется повсеместно.

Большая часть проектируемой трассы проходит по лесным массивам, незначительная часть трассы (около 30%) – по суходольным и пойменным лугам разного уровня (низкая, средняя, высокая), старичным и термокарстовым озерам с болотной растительностью. Преобладают лиственничники моховые с участием лиственничников брусничных и небольшой примесью сосняков толокнянково-лишайниковых и сосново-лиственничных лесов. Незначительные площади занимают ерники и ивняки. Луговая растительность пред-

ставлена осоковыми и вейниково-осоковыми, злаково-разнотравными, осоково-вейниковыми, хвощевыми лугами. Промежуточное положение между луговой и кустарниковой растительностью занимают мари с участием берески тощей и ивы черничной. Травяно-кустарниковый покров представлен багульником, голубикой, осоками, пушицей узколистной и рыжеватой, вейником Лангсдорфа и разнотравьем (ирис щетинистый, сабельник болотный и др.).

При изучении почвенного покрова разрезы закладывались на основных элементах рельефа и растительных группировках вдоль проектируемой трассы газопровода. Использовались сравнительно-географические, морфологические, картографические методы исследования. Определение физико-химических свойств и гранулометрического состава почв проводилось общепринятыми методами [5,6].

**Результаты и обсуждение.** На территории трассы газопровода зональным типом почв являются мерзлотные палевые типичные, палево-бурые типичные, глеевые и оподзоленные, криоземы типичные и глеевые. Широкое распространение имеют также мерзлотные перегнойно- и торфянисто-глеевые почвы, формирующиеся на плоских нерасчлененных участках плато и в различных озерных и безозерных депрессиях рельефа среди тайги. На обширных плоских луговых участках остаточно мелкодолинного характера вокруг озер встречаются мерзлотные дерново-глеевые почвы. В пойменной части развиты аллювиальные дерновые типичные, глеевые, глеевые и торфянисто-глеевые почвы.

К основным видам воздействия на почвенный покров при строительстве магистрального газопровода можно отнести:

- отчуждение земельных участков под строительство газопровода;
- механическое нарушение почв;
- химическое загрязнение почв.

Установлено, что общая площадь прямого воздействия на почвенный покров при прокладке газопровода составляет 241,4 га. В результате разработки траншей землеройной техникой в пределах полосы отвода шириной 20 м на землях лесного фонда и 28 м на землях сельскохозяйственного назначения нарушается весь почвенный профиль, происходит перемешивание и преобразование горизонтов, возможно усиление термоэррозионных и нежелательных криогенных явлений (термокарст, оплыивание, оседание). В торфянисто-глеевых почвах заболоченных долин рек нарушение почвенно-растительного покрова может сопровождаться возрастанием глубины оттаивания сильнольдистой мерзлоты и подтоплением территории.

При оценке устойчивости почв к механическим нарушениям в условиях Центральной Якутии на первый план выходят следующие характеристики почв: мощность слоя сезонного оттаивания и строение профиля, мощность органогенного (гумусового) горизонта, содержание гумуса, плотность сложения, полевая влажность и гранулометрический состав (табл.).

В зоне распространения многолетнемерзлых пород мощность профиля определяется глубиной сезона оттаивания почвенного слоя. В изученных почвах наименьшей глубиной оттаивания отличаются почвы северной части трассы (участок перехода газопровода через р. Тюнг). Криоземы глеевые, типичные и торфянисто-глеевые почвы, занимающие основную часть площади участка маломощны, имеют грубогумусовый, торфяной, минеральный криотурбированый и глеевый тиксотропный горизонты. Рыхлая органогенная толща с высоким содержанием органического вещества выполняет важную роль термо- и влагоизолятора. Нарушение этой толщи, особенно его уничтожение, может привести к усилению увлажнения, оттаиванию мерзлоты, активизации криогенных процессов в почвах (пучение и просадки).

В южной части трассы (участок перехода газопровода через р. Вилуй) глубина сезона оттаивания увеличивается до 70–120 см и встречающиеся здесь почвы имеют хорошо развитый профиль. Широко распространенные аллювиальные дерновые типичные, глеевые и глеевые почвы в верхней части состоят из средне уплотненного дерново-гумусового горизонта суглинистого гранулометрического состава. Механические нарушения гумусового горизонта могут вызвать ухудшение физических свойств почв, усиление или развитие процессов оглеения и тиксотропности, оттаивание мерзлоты, активизацию водной эрозии.

В основной части трассы магистрального газопровода преобладают палево-бурые типичные, глеевые и оподзоленные, палевые типичные почвы с глубиной сезона оттаивания 75–90 см в суглинистых и около 150 см в песчаных разновидностях. Характер и мощность гумусового горизонта может быть различный в зависимости главным образом от степени дренированности, чаще всего формируется грубогумусовый рыхлый, реже гумусовый уплотненный, сравнительно сухой, но маломощный горизонт. В профиле почв проявляются морозобойное растрескивание и образование криослоистой структуры в надмерзлом (слабольдистом) горизонте. Решающее значение при механическом нарушении имеет положение почв в рельефе. На склонах и отрицательных элементах рельефа возможно интенсивное увеличение влажности, льдистости, тиксотропности и активизации эрозионных и солифлюкционных процессов. Менее устойчивы к механическим воздействиям криоземы глеевые и торфянисто-глеевые почвы, занимающие около 30% от площади трассы. Основными особенностями этих почв являются: грубогумусовый и торфянистый характер органогенного горизонта, близкое залегание льдистой мерзлоты, постоянная переувлажненность профиля, наличие признаков криотурбационных процессов (перемешанность материала органо-минеральных горизонтов, отсутствие признаков диффе-

## *Почвоведение*

ренциации и т.д.). Нарушение структуры почвенно-растительного покрова также может сопровождаться оттаиванием мерзлоты, временным или постоянным подтоплением территории.

### **Почвы трассы строительства газопровода и их некоторые характеристики**

Почва	Площадь, га	Мощность слоя сезонного оттаивания, см	Формула строения профиля	Мощность органогенного горизонта, см	Гумус (ППП*) %	Плотность сложения, г/см <sup>3</sup>	Половая влажность, %	Сумма частиц <0,01 мм, %
<i>Участок перехода газопровода через р. Тюнг</i>								
Криозем типичный	1,3	26	O-CR	8	47,1*	0,2	98,5	Не опр.
Криозем глееватый	7,1	35	O-Oao-CRg	3	34,2*	0,3	118,8	Не опр.
Торфянисто-глеевая	3,3	24	T-G	13	51,3*	0,2	335,7	Не опр.
Аллювиальная дерновая глееватая	0,3	75	Ad-AB-Bg	5	3,3	1,0	44,8	28,7
Аллювиальная дерновая перегнойная	0,3	60	H-B	4	24,5*	0,3	33,3	37,0
<i>Участок перехода газопровода через р. Вилуй</i>								
Палевая типичная	0,4	70	O-AB-Bca-B	8	5,1	0,7	22,9	40,9
Палево-бурая оподзоленная	1,4	120	O-A-AEL-B-BC	8	2,3	1,0	16,8	7,8
Аллювиальная дерновая типичная	2,5	95	Ad-A-B-BC	8	3,5	1,1	29,1	35,6
Аллювиальная дерновая глеевая и глееватая	6,0	80	Ag-Bg-BCg	7	3,0	1,0	49,0	32,3
Аллювиальная торфянисто-глеевая	1,0	70	AT-Bg-BCg	7	15,9	0,5	94,0	42,5
<i>Основная трасса газопровода</i>								
Палевая типичная	39,5	75	O-A-B-Bca-BC	8	7,1	0,8	23,5	44,2
Палево-бурая типичная и глееватая	86,2	90	O-AO-B-BC(g)	8	10,6	0,6	34,7	35,1
Палево-бурая оподзоленная	8,9	140	O-A-AEL-B-BC	5	2,0	1,0	18,0	8,5
Криозем глееватый	50,3	40	O-Oao-CRg	5	35,0*	0,3	94,5	Не опр.
Торфянисто-глеевая	13,3	50	T-G	15	54,6*	0,3	330,8	Не опр.
Дерново-глеевая	12,4	80	Ad-A-Bg-BCg	9	8,5	1,1	42,8	37,0
Аллювиальная дерновая типичная	3,0	90	Ad-A-B-BC	8	7,7	1,0	30,7	38,2
Аллювиальная дерновая глеевая и глееватая	4,2	80	Ag-Bg-BCg	7	3,4	1,0	50,5	40,8

В целях снижения деградации почв и почвенного покрова необходимо соблюдение всех экологических, агротехнических, строительных и других требований к производству земляных работ, изложенных в строительных нормах на земляные сооружения [7,8]. Все эти требования и правила позволяют организовать процесс прокладки газопроводов с наименьшим ущербом для почв и ландшафтов. Кроме того, они преду-

сматривают проведение обязательной рекультивации земель и рельефа, которая должна проходить в два этапа: этап технической рекультивации и этап биологической рекультивации.

Химическое загрязнение почв трассы газопровода возможно при эксплуатации или ремонте технических средств, используемых при прокладке газопровода, при нарушении технологии строительства, заправке автотракторной и другой техники горюче-смазочными и другими материалами, при аварийных ситуациях и их ликвидации, горении газовых факелов. При соблюдении технологического регламента химическое загрязнение почв должно иметь локальный характер, однако, в условиях, благоприятных для миграции вещества (склоновых, пойменных) может приобрести площадные формы. Загрязнение почвенного покрова нефтепродуктами и тяжелыми металлами является наиболее распространенным на этапе строительства газопровода. Присутствие в почвенном покрове трассы газопровода почв с высоким содержанием органического вещества, маломощность профиля, недостаток тепла (ограничивает условия разложения), и близкое залегание мерзлоты предопределяют повышенную опасность устойчивого накопления элементов-загрязнителей.

Исходя из изложенного, мерзлотные почвы трассы газопровода по устойчивости к механическому и химическому воздействию можно условно разделить на две группы:

- неустойчивые – криоземы типичные, глеевые и торфянисто-глеевые почвы с мощностью слоя сезонного оттаивания менее 50 см и рыхлым водонасыщенным оторфованым горизонтом;
- слабоустойчивые – палевые типичные, палево-бурые типичные, глеевые и оподзоленные, дерново-глеевые, аллювиальные дерновые типичные, перегнойные, глеевые и глеевые почвы с мощностью слоя сезона оттаивания более 50 см и сравнительно сухим уплотненным дерново-гумусовым горизонтом.

На этапе строительства и эксплуатации газопровода в пределах зон воздействия объектов газопроводной системы (газораспределительные станции, резервуарный парк, вспомогательные сооружения) следует расположить пункты эпизодических мониторинговых наблюдений за состоянием и загрязнением почв. В дальнейшем (на период эксплуатации) на базе первых должны формироваться стационарные пункты режимных почвенных мониторинговых наблюдений.

## **Выводы**

1. Устойчивость мерзлотных почв к техногенному воздействию определяется главным образом глубиной сезона оттаивания, мощностью и характером органогенного (гумусового) горизонта. Основным видом воздействия на почвенный покров при строительстве газопровода является механическое нарушение почв.

2. Механическое нарушение почв (сведение леса, земляные работы, передвижение тяжелых машин, тракторов и бульдозеров) может привести к оттаиванию мерзлоты, развитию или усилению процессов оглеения и тиксотропности, водной эрозии почв, к активизации нежелательных криогенных трансформаций почвенного покрова (термокарт, сопровождаемый термоэрзацией, оседанием и т.п.) и прогрессивному заболачиванию территории.

## **Литература**

1. Оконешникова М.В. Почвенный покров на участке перехода магистрального газопровода через р. Тюнг Вилюйского бассейна (Якутия) // Вестн. КрасГАУ. – 2011. – № 12. – С. 82–86.
2. Оконешникова М.В. Почвенный покров на участке перехода магистрального газопровода через р. Вилюй (Якутия) // Вестн. КрасГАУ. – 2012. – № 8. – С. 34–38.
3. Почвы Вилюйского бассейна и их использование / В.Г. Зольников [и др.]. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 203 с.
4. Научно-прикладной справочник по климату СССР. – Вып. 24: Якутская АССР. Кн. 1. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 607 с.
5. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
6. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 191 с.
7. РД 51-2-95. Регламент выполнения экологических требований при размещении, проектировании, строительстве и эксплуатации подводных переходов магистральных газопроводов / РАО Газпром. – М., 1995. – 62 с.
8. СП 11-102-97. Свод правил по инженерным изысканиям для строительства. Инженерно-экологические изыскания для строительства. – М., 1997. – 41 с.