

Литература

1. Анিকেев А.В. Провалы в районах покрытого карста как результат массовой суффозии песков и разрушения глин//Карстоведение – XXI век:теоретическое и прак тическое значение: Материалы международного симпозиума (25-30 мая 2004, Пермь, Россия)/Пермский ун-т. – Пермь, 2004. – С 216-220.
2. Горбунова К.А., Андрейчук В.Н., Костарев В.П., Максимович Н.Г. Карст и пещеры Пермской области. – Пермь: Изд-во Пер.м. ун-та, 1992. – 200 с.
3. Катаев В.Н. Основы структурного карстоведения: Учеб. пособие по спецкурсу/Перм. ун-т. – Пермь, 2004. – 143 с.
4. Кутепов В.М. Оценка устойчивости закарстованных территорий методом анализа напряженного состояния массивов пород. Обзор и рекомендации. – М.: ЦП НТГО, 1986. – 69 с.
5. Хоменко В.П. Карстовое провалообразование: механизм и оценка опасности // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: материалы Международного симпозиума / Под ред. В.Н. Катаева, Д.Р. Золотарева, С.В. Щербакова, А.В. Шиловой; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2015. – С. 50-60.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОПАСНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ,
ПРИВОДЯЩИХ К ОСЕДАНИЮ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ
МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА В ЮЖНОЙ ЯКУТИИ**

А.В. Ермолаева

Научный руководитель профессор Л.А. Строкова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Перспективы развития российской газовой отрасли связаны с разработкой нефтегазоносных территорий, таких как полуостров Ямал, Иркутская область, Республика Саха (Якутия), о. Сахалин, находящихся в сложных природно-климатических условиях. Существующие на сегодняшний день, нормативные документы по проектированию магистральных трубопроводов в достаточной степени обеспечивают безопасность функционирования объектов Единой системы газоснабжения (далее – ЕСГ). В то же время причины аварийных ситуаций, инициированных природными факторами сохраняются. В природно-техногенных системах, как правило, отмечается активизация процессов, под влиянием техногенной нагрузки, которые в ненарушенных условиях не фиксировались [1]. В связи с вышеизложенным рассмотрим перспективы возникновения процессов оседания земной поверхности на участке «Чаянда-Ленск» (км 60- км 80) строящегося газопровода «Сила Сибири» в Южной Якутии.

На данной территории, опасными геологическими процессами, способствующими возникновению механических напряжений в металле трубопровода, приводящих к снижению эксплуатационной надежности трубопровода будут являться карст и термокарст.

В соответствии с [2] территория Республики Саха (Якутия) подвержена проявлению карстовых и термокарстовых процессов. Общепринятой интегральной мерой карстовой опасности долгое время являлась среднеголетняя интенсивность провалообразования (случаев провалов /км²год), предложенная З.А. Макеевым (1948). Автор согласен с мнением В.С. Лукина, что для каждой территории полезны разные подходы при оценке карстовой опасности, например, для территории Кунгура основным критерием должен быть максимально возможный диаметр провала (Толмачев, 2010). Поскольку для изучаемой территории исходных данных не по интенсивности провалообразования, ни по диаметру провалов, ни по их возрасту недостаточно, нами предложено оценивать по карстовую опасность по интегральному критерию предрасположенности участков трассы к развитию карстового процесса.

Одним из критериев является наличие по трассе поверхностных форм карста. По результатам маршрутных наблюдений на схему были нанесены имеющиеся по трассе существующие проявления карста, отмеченные по диаметру проявлений по диапазонам (50 – 30 м; 30 – 20 м; 0 – 20 м) и глубине понижений (3,32 – 0,5 м) (рис.1).

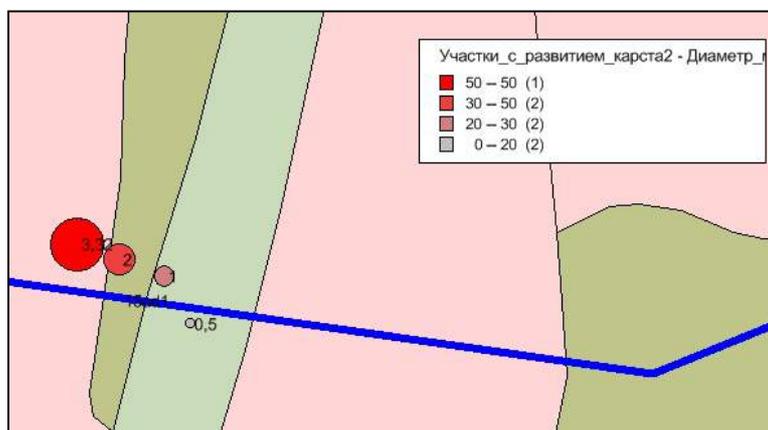


Рис.1. Наличие участков с развитием поверхностного карста в зоне размещения магистрального газопровода

По результатам геофизических исследований по трассе газопровода выделены участки с удельным электрическим сопротивлением грунтов (ρ)=600 Ом·м, характеризующиеся распространением скальных карстуемых пород (известняки, доломиты, мергели), мощностью 5-10 м [3]. Выделенные участки нанесены на картографический материал. Также в работе [4] отмечена зависимость рельефа от агрессивности подземных вод для исследуемого участка, в соответствии с которой можно выделить несколько участков, характеризующихся высокой вероятностью с предрасположенностью к карстовому процессу (таблица 1).

Таблица 1

Характеристика участков трассы магистрального газопровода в зависимости от агрессивности подземных вод

Участок трассы	Н, абс.ср., м	Индекс неравносности θ (Са)ср.	Протяженность участка трассы, км
км 62,73 – км 65,06	404,9	-0,013	2,33
км 66,1 – км 66,89	408,25	-0,035	0,8
км 75,1 – км 80	434,5	-1,55	4,9

Кроме того, одним из критериев, снижающих карстовую опасность, при наличии закарстованных пород является наличие водоупора, состоящего из практически непроницаемых пород, перекрывающего растворимые толщи. Водопроницаемость грунтов зависит от значительного числа факторов. Наиболее на коэффициент фильтрации (k_f) влияют структурно-текстурные особенности грунта: гранулометрический состав, его однородность, форма и размер пор, ширина раскрытия трещин и пр. Коэффициент фильтрации различных пород изменяется в очень широких пределах. В данной работе использовалась классификационная характеристика грунтов по водопроницаемости, предложенная Н.Н. Масловым [5].

Таким образом, по совокупности критериев предварительно были выделены участки, наиболее вероятные в провалообразованию, вследствие карстовых процессов (Рис.2.). Для построения схемы районирования использовалось программное обеспечение Mapinfo Professional.

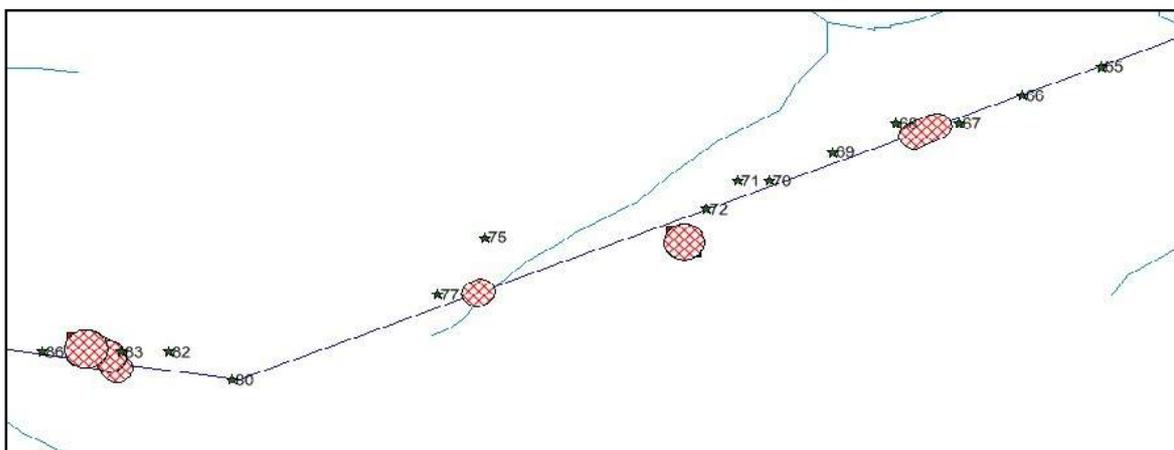


Рис.2. Участки магистрального газопровода, наиболее вероятные к провалообразованию

★75 Скважины
 Наиболее опасные участки

При оценке риска термокарста необходимо учитывать опыт строительства и эксплуатации первого магистрального нефтепровода в криолитозоне – ВСТО-1. В нашем случае, основным фактором, увеличивающим риск проявления термокарста, является изменение теплообмена на поверхности почвы, при котором либо глубина сезонного оттаивания начинает превышать глубину залегания подземного льда или льдистых многолетнемерзлых пород, вследствие вырубки просеки для эксплуатации трубопровода. В работе [6] отмечена опасность участков с льдогрунтами, пластовыми и полигонально-жильными подземными льдами. Для определения опасных участков предлагается следующий алгоритм: анализ геолого-литологических колонок для определения участков трассы с наличием льдов и льдогрунтов. Также необходимым мероприятием является анализ космоснимков для определения участков с деградирующей растительностью – отличительный признак наличия подземных льдов.

Литература

1. Власова Л.В., Ракитина Г.С., Долгов С.И. Влияние природных факторов на устойчивость функционирования Единой системы газоснабжения России. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2009. – 184 с.
2. СП 116.13330.2012. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения.

3. Strokova L. A., Dutova E. M., Ermolaeva A.V., Alimova I. N., Srelnikova A. B. Karst hazard assessment in the design of the main gas pipeline (South Yakutia) (Article number 012032)// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2015 – Vol. 27. – p. 1-7.
4. Ермолаева А.В., Алимова И.Н. Изучение карстообразования на территории Ленского района Республики Саха (Якутия) при проектировании объектов магистрального транспорта нефти и газа// Проблемы геологии и освоения недр: Труды XIX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 70-летию юбилею Победы советского народа над фашистской Германией. Том 1. Томский Политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 380 с.
5. Маслов Н.Н. Основы механики грунтов и инженерной геологии. М.: Высшая школа, 1968. – 166 с.
6. В. Г. Кондратьев. В.А. Бронников. Опасные инженерно-геокриологические процессы и явления на трассе магистрального нефтепровода ВСТО-1: методы изучения и защиты.// Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии» с элементами научной школы. – Томск: Издательство Томского Политехнического университета, 2015. – с. 164.
7. Strokova, L.A. 2010. Methods of estimating surface settlement during driving of urban tunnels. *Soil Mechanics and Foundation Engineering*. 47(3): 92–95.

РАЗРАБОТКА РЕГИОНАЛЬНОЙ ТАБЛИЦЫ НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ ДЛЯ РУДНИЧНОГО РАЙОНА Г.КЕМЕРОВО

А.С. Евстифеева

Научный руководитель профессор Л.А. Строкова

Научный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Город Кемерово является областным и промышленным центром юго-западной Сибири и занимает площадь 282 км². Промышленность представлена более 100 предприятиями угледобывающей, химической, машиностроительной, энергетической и других отраслей. В связи с активным увеличением площади города, а также плотной застройкой жилых микрорайонов, возрастает техногенная нагрузка на поверхность. В свете этой проблемы, актуальным является разработка региональной таблицы нормативных значений прочностных характеристик грунтов на основе исследования корреляционных связей между показателями физико-механических свойств наиболее характерных геолого-генетических комплексов пород исследуемого региона. Это позволит существенно сократить финансовые и трудовые затраты на инженерно-геологические изыскания без значительной потери точности данных. В основу работы положены данные предоставленные компанией ООО «Геотехника», с объектов на которых проводились изыскания, в Рудничном районе г.Кемерово.

Таблица 1

Обобщенные характеристики показателей гранулометрического состава, физико-механических свойств глинистых пород Рудничного района, г.Кемерово

	Стратиграфо-генетический комплекс	Статистика	Грунт	Гранулометрический состав в %, размер частиц в мм						Полная влажность W_{sat}	Естественная влажность W	Граница текучести W_L	Граница раскатывания W_{gr}
				0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005				
1	е P2 - Q	X	Глины, суглинки	12,88	19,13	11,87	18,90	14,31	19,55	0,22	0,19	0,35	0,22
2		N		21	21	21	21	21	21	37	37	37	37
3	е P2	X	Супеси, суглинки	3,78	4,86	8,78	37,33	14,98	10,92	0,27	0,25	0,32	0,21
4		N		24	25	28	28	28	28	31	36	35	35
5	d QIII	X	Супеси, суглинки								0,24	0,23	0,31
6		N									12	12	12
7	ed Q II-III	X	Глины, суглинки	10,9	15,1	10,0	37,6	14,5	11,2	0,3	0,3	0,3	0,2
8		N		17	17	18	18	18	18	77	79	79	79