

Литература

1. Альбов С. В. Гидрогеология Крыма / С. В. Альбов; Академия наук Украинской ССР (АН УССР), Крымский филиал. — Киев: Изд-во АН УССР, 1956. — 277 с.: ил. — Библиогр.: с. 260-273.
2. Ворожейкина Е.А., Дребот В.В. Водный потенциал Крымского полуострова // Творчество юных - шаг в успешное будущее: материалы VIII Всероссийской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина, Томск, 23-27 Ноября 2015. - Томск: Изд-во ТПУ, 2015 - С. 288-290
3. Гидрогеология СССР: В 50 т. / Гл. ред. А. В. Сидоренко. — М.: Недра, 1966-Т. 8: Крым. — 1970. — 364 с.: ил. — Библиогр.: с. 358-364.
4. Дребот В.В., Ворожейкина Е.А., Баркова М.О. Дефицит пресной воды. Политические аспекты потребления водных ресурсов // Творчество юных – шаг в успешное будущее: материалы VII Всероссийской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина, Томск, 10-14 Ноября 2014. – Томск: ТПУ, 2014 – С. 43–46.
5. Каюкова Е.П., Барабошкина Т.А., Косинова И.И. Ресурсный потенциал пресных вод Крыма // Вестник воронежского государственного университета. Серия: геология. – Воронеж. Изд-во ВГУ, 2014. – С.104-109.
6. Устойчивый Крым: Водные ресурсы/Под ред. В.С. Тарасенко. – Симферополь: Таврида, 2003. – 413 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ СВОЙСТВ ПЕРЕКРЫВАЮЩИХ ГРУНТОВ КАК ИНДИКАТОРОВ ОСЛАБЛЕННЫХ ЗОН В КАРСТУЮЩИХСЯ ПОРОДАХ**Е.В. Дробинина**

Научный руководитель профессор В.Н. Катаев

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г.Пермь, Россия

Поверхностные формы карстового генезиса, являющиеся результатом оседания, частичного или полного обрушения перекрывающих грунтов карстового массива в сформированные на глубине ослабленные зоны, характеризуются спонтанностью возникновения и в значительной мере осложняют хозяйственное освоение территорий. Под ослабленными зонами автором понимаются не только карстовые полости, но и зоны дезинтеграции карстующихся пород, зоны дробления, опасность существования которых в карстовом массиве обусловлена достаточно высокой водопроницаемостью пород на участках их локализации.

В работе карстовый массив рассматривается как некоторый объем геологического пространства, занимаемый карстующимися породами и перекрывающими их отложениями, испытывающими влияние карстового процесса. Исследование перекрывающих отложений в рамках интегрального карстологического прогноза, основанного на совокупной оценке комплекса признаков качественной оценки карстоопасности [3], позволит повысить его точность, путем увеличения числа рассматриваемых факторов.

Изменяемость карстового массива вследствие процессов растворения карстующихся пород, эрозии, аккумуляции и гравитационного обрушения обуславливает неоднородность его свойств в различных точках [3].

Цель исследования – выявление участков локальных изменений состояния перекрывающих отложений как возможных локализаций ослабленных зон в карстующихся породах. Рабочая гипотеза исследования заключается в следующем: физические и физико-механические свойства перекрывающих отложений изменяются над ослабленными зонами в карстующихся породах, причем данные локальные изменения зависят от гидрогеологической активности полости, ее глубины и вертикальных морфометрических параметров.

В исследовании использованы данные лабораторного опробования грунтов: плотности грунта, коэффициент пористости грунта, удельное сцепление, угол внутреннего трения. Выбор параметров не случаен: в современных моделях детальной оценки карстоопасности [1,4,5], выполняемой при инженерно-карстологических изысканиях, учитываются прочностные свойства и плотность перекрывающих толщ, таким образом, данные для предлагаемого автором анализа могут привлекаться из проводимых инженерных изысканий. Влажность грунта в данном анализе не рассматривается по причине сезонной изменчивости и подверженности влиянию техногенного фактора.

Исследуемый массив находится в карстологическом отношении в Кишертском районе преимущественно гипсового и карбонатно-гипсового карста, в структурно-тектоническом плане – в пределах зоны сочленения Восточно-Европейской платформы и Предуральского прогиба [2].

Следует отметить, что в настоящем анализе исследовалась толща перекрывающих суглинисто-глинистых отложений. Свойства грунтов анализировались для толщи в пределах подряда, без разделения по литологической разновидности (ГОСТ 25100-2011), по причине схождения средних значений исследуемых показателей. В разрезе перекрывающих отложений исследуемой территории также встречаются супеси, пески и дресвяно-щелбнистые грунты, образовавшиеся в результате разрушения коренных карбонатных пород, однако они в анализе не использованы вследствие недостаточного количества данных их лабораторного опробования.

Предлагаемый локальный анализ проводится с применением статистических методов и компьютерного моделирования. По данным лабораторных исследований по каждому показателю строится картографическая модель. В точках расположения карстовых полостей со всех моделей извлекаются значения показателей, по которым строится вариационный ряд значений и получается описательная статистика: M_x – среднее значение показателя на исследуемой территории, σ – среднеквадратичное отклонение. Данный подход позволяет оценить изменчивость исследуемых инженерно-геологических параметров в зависимости от распределения карстовых

полостей на участке. Далее строится эмпирическая кривая распределения, которая впоследствии выравнивается теоретической, в соответствии с выявленным законом распределения исследуемой случайной величин в целях сглаживания случайностей, связанных с недостаточным объемом экспериментальных данных.

Картографические модели, описывающие поле инженерно-геологического параметра, ранжируются по значениям в соответствии с намеченными интервалами на кривой распределения исследуемого показателя. Поиск участков локализации ослаблений в карстующихся породах проводится методом наложения картографических моделей, с предварительным присваиванием балла интервалам значений показателей на модели в соответствии со степенью опасности. Максимальный бал опасности (3) присваивается наиболее ожидаемому значению показателя в соответствии с его распределением ($M_x \pm 3\sigma$), минимальный (1) – наименее ($M_x \pm 3\sigma$), участок со значениями не более $M_x + 3\sigma$ и не менее $M_x - 3\sigma$ отводится значение 0 (рисунок 1). Результатом наложения является картографическая модель, на которой с увеличением интегрального показателя увеличивается вероятность местоположения ослабленных зон в карстовом массиве.

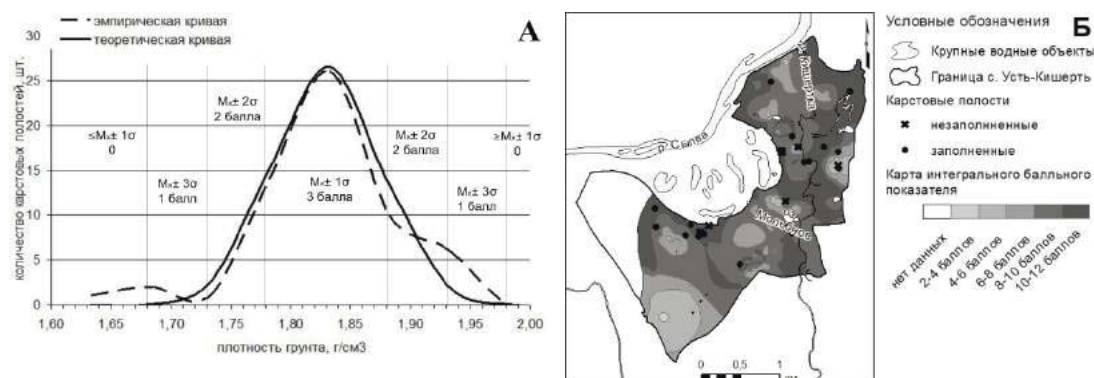


Рисунок 1. Пример ранжирования значений плотности грунта на картографической модели параметра с учетом распределения его значений на исследуемой площади (А) и карта интегрального показателя состояния перекрывающих отложений (Б)

Апробация исследования проводится посредством пространственного анализа местоположения полостей, зафиксированных бурением на данной территории. Результат пространственного анализа представляется в табличном виде с указанием количества подземных карстовых форм пространственно соотнесенных с категориями на интегральной модели. Производится оценка морфометрии и глубины положения карстовых полостей и зон дробления для каждой категории.

Результат проведенного анализа выражен в виде интегральной карстологической модели исследуемой территории, поделенной на пять категорий с разным количеством баллов (рисунок 1). Автором отмечено, что наибольшее количество карстовых полостей попадает на территорию с максимальным значением интегрального показателя, наибольшая плотность карстовых форм приурочена к этим же участкам (таблица 1)

Таблица 1

Количественная оценка карстоопасности по выделенным категориям

Категория	Интегральный показатель	Площадь территории, км ²	Количество карстовых полостей		Плотность карстовых полостей, шт./км ²	
			заполненных	незаполненных	заполненных	незаполненных
1	2-4 балла	0,02	0	0	0,0	0,0
2	4-6 баллов	0,48	1	1	2,1	2,1
3	6-8 баллов	0,82	6	1	7,3	1,2
4	8-10 баллов	2,12	11	0	5,2	0,0
5	10-12 баллов	1,94	34	7	17,5	3,6

В результате исследования отмечено, что значения глубины большинства карстовых полостей в пределах второй категории колеблются в интервалах 40-50 м, третьей – 29-132 м, четвертой – 6,3-91,0 м, пятой – 14,6-88,0 м, вертикальная мощность полостей в пределах второй категории колеблется от 3,0 до 5,5 м, третьей – 1,0-3,5 м, четвертой – 0,4-9,0 м, пятой – 0,2-11,0 м. Ближе всего к поверхности встречены полости на участках четвертой и пятой категорий, максимальные значения вертикальной мощности приурочены также к двум последним категориям. Следует отметить, что количество незаполненных, гидрогеологически активных, карстовых полостей в пределах второй категории – 1, третьей – 1, пятой – 7. Максимальная вертикальная мощность незаполненной полости приурочена к пятой категории и составляет 7 м.

Таким образом, предлагаемая оценка карстоопасности носит локальный характер и имеет определенные ограничения: с ее помощью можно оконтурить зоны возможного существования ослабленных участков, но не указать точную локализацию карстовых полостей. Однако посредством данного анализа возможно наметить работу для дальнейшего детального изучения.

Литература

1. Аникеев А.В. Провалы в районах покрытого карста как результат массовой суффозии песков и разрушения глин//Карстоведение – XXI век:теоретическое и практическое 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).

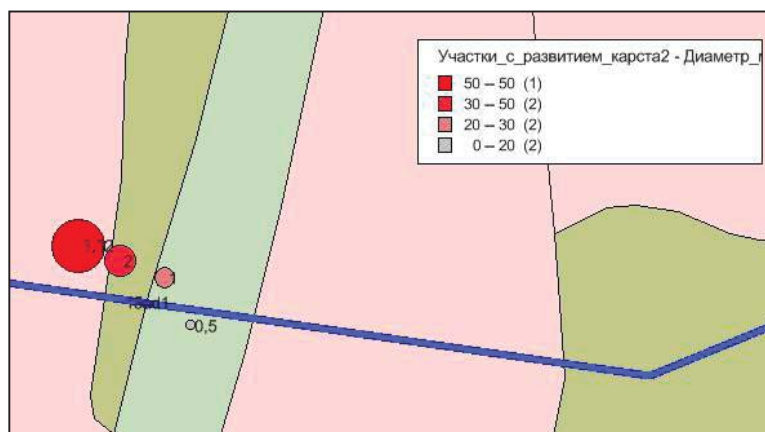


Рис.1. Наличие участков с развитием поверхностного карста в зоне размещения магистрального газопровода