

Катаев В.Н. Особенности инженерного освоения участков развития подаллювиального карста // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: Материалы региональной научно-практической конференции / Перм. Ун-т.- Пермь, 2003. С. 250-252.

В.Н. Катаев
Пермский государственный университет, Пермь

ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНОГО ОСВОЕНИЯ УЧАСТКОВ РАЗВИТИЯ ПОДАЛЛЮВИАЛЬНОГО КАРСТА

В последние два-три года проблемы освоения закарстованных территорий прибрежной полосы Камского водохранилища приобрели степень наиболее острых. Связано это, в основном, с расширением существующих и проектированием новых зон рекреационного использования его побережий. Наибольшим спросом, после введения в эксплуатацию моста через р.Чусовую, пользуется прибрежная зона в районе п. Полазна, омываемая с севера, запада и юга водами Камского водохранилища и известная, как Полазненский полуостров. Рассматриваемая территория характеризуется повсеместным распространением экзогенных процессов, что определяет III категорию сложности строительного освоения территории по инженерно-геологическим условиям (СНиП 11-105-97).

Острота проблем освоения данной территории среди общегеологических определяется геологическими и гидрогеологическими особенностями, спецификой развития суффозионно-карстовых процессов и, в конечном итоге, неординарностью инженерно-геологической оценки ее устойчивости.

Прежде всего, в карстологическом отношении следует отметить, что в региональном плане территория Полазненского полуострова приурочена к району классического проявления преимущественно гипсового и карбонатно-гипсового карста [1]. Данный район, получивший название «Полазненский», включает 11 карстовых участков, в том числе и одноименный Полазненский участок в пределах полуострова.

Локальной особенностью территории Полазненского участка, определяемой спецификой геологического строения грунтовой толщи,

является ее полная приуроченность к проявлениям подаллювиального («камского» по Г.А. Максимовичу) типа карста. Этот тип карста характеризуется тем, что под толщей водопроницаемых дисперсных накоплений, преимущественно аллювиального генезиса, залегают трещиноватые закарстованные породы.

И, наконец, особенностью является то, что территория участка с трех сторон ограничена Камским водохранилищем, воды которого оказывают активное гидродинамическое и гидрохимическое влияние на грунтовую толщу.

Перечисленные особенности определяют специфику деформационных явлений на участке, а в конечном итоге особенности инженерно-геологических условий территории и особенности оценки ее устойчивости.

В целом, учитывая все аспекты геолого-гидрогеологического строения и карстологической ситуации, территория участка для целей хозяйственного освоения достаточно сложна, а вследствие этого необходимость всестороннего и детального изучения условий строительства и эксплуатации любого типа инженерных сооружений очевидна.

Оценка карстоопасности. Участок характеризует высокая плотность воронкообразных деформаций поверхности, особенно в прибрежной полосе. Здесь многочисленными исследованиями закартированы изометричные и овальные в плане отдельные и слившиеся бортами воронки диаметром 5-10м, реже 15-17м и глубиной 0,8-5,0м. Размеры овальных воронок в плане от 15,0х25,0 до 25,0х35,0м.

Помимо воронкообразных деформаций на территории участка развиты пологие лога. Устья логов открываются в сторону водохранилища, а в верховьях продолжения логов и их отвершков прослеживаются по цепочкам воронок. В тальвегах логов нередко встречаются следы временных водотоков. Лога имеют сложный суффозионно-карстово-эрозионный генезис.

Оценивая интенсивность проявления поверхностных деформаций прибрежной зоны участка можно допустить ошибку, механически интерполируя показатели закарстованности на весь участок в целом. Количество поверхностных деформаций, в том числе и провального характера, в пределах участка настолько велико, что его территория по интенсивности провалообразования может быть отнесена к IV категории устойчивости (СНиП 1.02.07-87) - очень неустойчивые территории с достаточно сложной степенью конструктивной защиты зданий. Данная Категория предусматривает интенсивность провалообразования свыше 1 случая/км²/год. По результатам оценки карстоопасности, проведенной в 1997г. ВерхнеКамГИСИЗОм для южного побережья полу-

острова средний расчетный диаметр возможных провалов составлял до 5м, с наибольшей вероятностью диаметра провалов (80% вероятности) до 3м. Следует отметить, что оценка была выполнена на достаточно большом фактическом материале проведенной карстологической съемки и данных 9 производственных отчетов 1966-1988гг.

По нашему мнению, при проведении такого рода общих оценок, всегда присутствуют элементы, как правило, завышающие ее степень, а именно:

а) изначально принимается положение, что воронкообразные деформации поверхности имеют преимущественно карстовое происхождение, иными словами они генетически связаны с развитием подземных полостей в коренной сульфатной толще или в карбонатно-сульфатной толще карстово-обвальных отложений. Суффозионный характер деформаций подразумевался, но только в сочетании с карстовым;

б) исходный материал по поверхностной закарстованности отражает интенсивность распределения деформационных форм не только на поверхности участка предполагаемого строительства, но и на сопредельной территории, а расчетные коэффициенты отнесены ко всей анализируемой площади, тем самым усредняя ситуацию, а не акцентируя ее на участок предполагаемого строительства;

в) исходный материал по подземной закарстованности часто отражает ситуацию только по сопредельной территории без привлечения заверочного бурения на карст и геофизических исследований на территории предполагаемого строительства.

Существует и еще один аспект, ставший теперь уже историческим. Территория полуострова приурочена ко II-III (нижним) камским террасам. Именно к нижним террасам было приурочено максимальное количество провалов на территории п.Полазна в период наполнения Камского водохранилища (в 1955-1961гг.). При выполнении карстологической оценки всегда в расчет принимается этот факт, без учета факта относительной стабилизации карстологической ситуации - на территории полуострова крупные провальные явления в последние 30-40 лет не зафиксированы, а мелкие деформации поверхности суффозионного просождения («воронки просасывания») диаметром 0,7-2,0м и глубиной до 0,7м появляются не повсеместно и эпизодически.

Исходя из вышеизложенного, в целях конкретизации степени карстоопасности на исследуемых территориях всегда полезно планировать:

1. Карстологическое микрорайонирование по показателям поверхностной закарстованности, позволяющее выделить в его пределах

площадки с низкой степенью карстоопасности, а в результате, позволяющее применить наименее затратный тип противокарстовой защиты - архитектурно-планировочный для наиболее безопасного размещения объектов строительства.

2. Геофизические (электроразведочные) работы с целью локализации по площади и разрезу открытых или заполненных водой полостей.

3. Заверочное бурение «на карст» в целях уточнения геофизических данных, установления связи поверхностных и подземных карстовых и карстово-суффозионных форм.

Особенности строения грунтовой толщи. В геологическом отношении территория сложена переслаиванием нижнепермских ангидритов и доломитов, перекрытых неоген-четвертичными обвальными карстовыми отложениями и четвертичными, преимущественно аллювиальными гравийными, песчаными и суглинистыми грунтами.

Особенностью грунтовой толщи является то, что в ее основании, в нижнепермских ангидритах, а также неоген-четвертичных обвальными карстовых отложениях встречаются карстовые полости и ослабленные зоны, как правило, выполненные доломитовой мукой, реже песчано-глинистым, гравийным материалом или открытые, не заполненные. В нижней части разреза могут быть встречены полости, заполненные водой. В обвальными карстовых отложениях полости заполнены глиной с обломками пород кровли.

Сводные данные по бурению на территории п.Полазна свидетельствуют о том, что основное количество полостей расположено на глубинах 50-60м, единичные полости расположены в интервалах глубин 30-40, 40-50м. Вертикальные размеры полостей на границе ангидрит - доломит варьируют от 0,5 до 6,0м, чаще всего 1-3м. В обвальными карстовых отложениях вертикальные размеры полостей достигают 14м.

Особенностью геологического строения площади, которое необходимо иметь в виду при анализе карстологической ситуации, является принципиальное различие геологических разрезов в зависимости от приуроченности участков к террасам. Например, в разрезе участков, расположенных на III террасе, под аллювиальными и обвальными карстовыми отложениями залегают сульфатно-карбонатные пачки иренского горизонта, как правило, хорошей сохранности. В то же время в разрезе участков, преимущественно расположенных в пределах II террасы, часто коренные отложения до глубин 50 и более метров не встречаются. Здесь сульфатно-карбонатные пачки, характерные для строения III террасы, в результате разрушения перешли в состояние

обвальнo-карстовых отложений. Как правило, граница литолого-фашиального перехода от одного типа разреза к другому соответствует границе между II и III террасами – зоне тылового шва II террасы.

Следует отметить, что именно в зоне тылового шва II террасы обвальнo-карстовые отложения имеют минимальную мощность или, возможно, отсутствуют вообще. Здесь, в обвальнo-карстовых отложениях, встречаются ослабленные зоны (заполненные карстовые полости), а также обводненные зоны, сложенные глыбами и щебнем известняка, реже доломита и гипса с относительно минимальным содержанием глинистого материала.

В пределах террас в составе обвальнo-карстовых отложений, как правило, присутствует плотная глина, определяющая водоупорные свойства этих отложений.

Гидрогеологические условия площади определяются наличием трех горизонтов подземных вод: грунтовых в песчано-гравийных четвертичных отложениях аллювия, подземных вод обвальнo-карстовых отложений и трещинно-карстовых вод сульфатно-карбонатной толщи коренных отложений.

Глубина залегания грунтовых вод песчано-гравийных отложений зависит от гипсометрического положения устья скважины и уровня режима водохранилища. Воды гидравлически тесно связаны с водами водохранилища, а их уровень зависит от пропусков воды на Камской ГЭС. Грунтовые воды аллювия имеют наиболее пестрый химический состав. В гидрохимическом отношении это воды $\text{SO}_4 - \text{Ca}$; $\text{HCO}_3 - \text{Ca}$; $\text{HCO}_3 - \text{Cl} - \text{Ca}$; $\text{HCO}_3 - \text{SO}_4 - \text{Ca}$. Минерализация вод изменяется от 0,27 до 1,25 г/дм³. Вариации гидрохимических фаций и минерализации в данном типе вод обусловлены влиянием подпора грунтовых вод водами Камского водохранилища, особенно в наиболее промытой прибрежной зоне (30-50м от уреза; малая минерализация 0,2-0,3 г/дм³; воды преимущественно $\text{HCO}_3 - \text{Cl} - \text{Ca}$ фации, схожие по составу с водами р.Камы) и влиянием смешивания с водами обвальнo-карстовых отложений и трещинно-карстовыми водами коренных отложений на локальных участках повышенной вертикальной скважности (зоны тыловых швов террас, прибровочные зоны и тальвеги карстово-эрозионных логов; повышенная минерализация 0,5-1,25 г/дм³; $\text{SO}_4 - \text{Ca}$ и $\text{HCO}_3 - \text{SO}_4 - \text{Ca}$ воды). Среднее значение дефицита насыщения вод сульфатом кальция – 1440 мг/ дм³.

Воды обвальнo-карстовых образований распространены спорадически и чаще всего вскрываются в зоне тылового шва II террасы. Верхняя часть обвальнo-карстовых отложений, как правило, представлена плотными глинами со щебнем мергеля и известняка. Эта толща

является водоупором между водами аллювиальных отложений и водами обвального-карстовых образований. Воды обвального-карстовых образований гидравлически связаны с водами в водохранилище - вскрытые уровни подземных вод устанавливались на отметках, близких к уровням воды в водохранилище. Воды обвального-карстовых отложений и воды коренной карбонатно-сульфатной толщи, практически, представляют единый горизонт. Между ними нет ярко выраженного водоупора.

Воды обвального-карстовых образований относительно постоянны по химическому составу (чаще $\text{HCO}_3 - \text{SO}_4 - \text{Ca}$ и реже $\text{HCO}_3 - \text{Ca}$), минерализация вод $0,35-0,39 \text{ г/дм}^3$. Среднее значение дефицита насыщения вод сульфатом кальция – 1733 мг/ дм^3 .

Трещинно-карстовые воды практически стабильны в гидрохимическом отношении. Это воды $\text{SO}_4 - \text{Ca}$ или $\text{SO}_4 - \text{Ca} - \text{HCO}_3$ состава. Минерализация вод превышает $1,0 \text{ г/дм}^3$. Диапазон изменения минерализации – от $1,0$ до $17,74 \text{ г/дм}^3$, в некоторых случаях больше. Воды насыщены сульфатом кальция. Исключение составляют воды, вскрываемые в зоне тылового шва II террасы, что лишней раз свидетельствует о более интенсивных гидродинамических процессах в этой зоне, о ее более высокой проницаемости. Вскрываемые здесь воды характеризуются относительно низкой минерализацией – $1,0-1,5 \text{ г/дм}^3$ и средним значением дефицита насыщения сульфатом кальция – 815 мг/ дм^3 .

Все приведенные закономерности должны приниматься во внимание при районировании и микрорайонировании территории по степени карстоопасности, а в результате в каждом случае должны способствовать более обоснованному выбору архитектурно-планировочных схем наиболее безопасного размещения объектов предполагаемого строительства.

Библиографический список

1. Горбунова К.А., Андрейчук В.Н., Костарев В.П., Максимович Н.Г. Карст и пещеры Пермской области. Пермь: Изд-во ПГУ, 1992. 200с.