

## **ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МАССИВА, КАК ФАКТОР ОЦЕНКИ КАРСТООПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ КАРБОНАТНО-СУЛЬФАТНОГО КАРСТА ПРЕДУРАЛЬЯ)**

---

**Ковалёва Татьяна Геннадьевна**

*Доцент, ФГБОУВО «Пермский государственный  
национальный исследовательский университет»*

*В статье представлены результаты исследований гидрогеологических особенностей карбонатно-сульфатных карстовых массивов, выделены показатели, характерные для наиболее карстоопасных участков.*

**Ключевые слова:** карст, подземные воды, химический состав, карстоопасность.

При оценке интенсивности карстового процесса необходим учет всех четырех условий развития карста, сформулированных еще в 1961 г. Д.С. Соколовым [3]. Вместе с тем, геологические характеристики карстовых массивов являются статичными во временном отношении, тогда как гидрогеологические условия достаточно переменчивы во временном и в пространственном отношении, ввиду чего требует особого внимания. В карстовых районах зачастую отмечаются колебания гидрогеологических и гидрогеохимических параметров вод карстующейся толщи. Такие колебания часто сосредоточены в зонах повышенной тектонической нарушенности растворимых отложений. В местах протекания активных современных неотектонических процессов водопритоки являются максимальными, часто отмечается резкое увеличение минерализации и изменение химического состава подземных вод. В подобных местах подземные воды характеризуются пестрым химическим составом, который указывает на наличие зоны перетоков и смешения вод перекрывающих

и карстующихся отложений. Фиксация при исследованиях подобных изменений химического состава подземных вод, наличие явления коррозии смешивания, может свидетельствовать об активировании карстовых процессов. В случае выявления подобных участков карстовых массивов необходимо уделить им особое внимание, в связи с тем, что агрессивность вод к растворимым породам здесь может быть повышена и, как следствие, возможно формирование карстовых полостей и провальных деформаций на дневной поверхности.

При оценке карстоопасности необходим комплексный анализ гидрогеологических особенностей участка, включающий исследование гидродинамических и гидрогеохимических характеристик, как трещинно-карстовых вод, так и вод перекрывающей толщи.

На территории Предуралья карбонатно-сульфатный карст распространен достаточно широко (Нижнесылвенский, Полазненский, Кишертский карстовые районы). На данных территориях карстующиеся отложения представлены, главным образом, переслаивающимися карбонатными и сульфатными породами иренского горизонта кунгурского яруса среднего отдела пермской системы. Перекрывающая толща сложена обвальными неоген-четвертичными брекчированными отложениями и четвертичными образованиями аллювиально-делювиального генезиса. В гидрогеологическом отношении территория характеризуется развитием горизонтов подземных вод в четвертичных, неоген-четвертичных и пермских растворимых отложениях.

При анализе гидрогеологических условий участка и особенностей пространственного развития подземных и поверхностных карстовых образований установлено следующее. Преобладающее количество форм карстового генезиса фиксируется на площадях со значениями гидроизобат менее 10 м. В местах, где грунтовый водоносный горизонт вскрыт глубже, поверхностные карстовые формы практически не встречены. Подземные воды обвально-карстовых отложений распространены спорадически. В местах развития данного водоносного горизонта большинство поверхностных карстовых форм локализовано на территориях с глубиной его установления от 25 до 30 м, тогда как подземные формы чаще встречаются на площадях с глубиной установления уровня вод неоген-четвертичных образований более 30 м. Важное значение для активности карстового процесса содержат гидрогеологические характеристики трещинно-карстовых вод. Достаточно часто, эти воды имеют локальное распространение, определяемое развитием кавернозности и повышенной трещиноватости массива. Водообильность растворимых пород разнообразна, преобладают сульфатные кальциевые воды с величиной общей минерализации до 3,0 г/дм<sup>3</sup> [4]. Выявлено, что преобладающее количество карстовых форм, как полостей, так и провалов, тяготеет к участкам с установившимся уровнем трещинно-карстовых вод от 20 до 35 м, что коррелирует со значениями глубины уровня подземных вод неоген-четвертичных образований, характерных для участков повышенной карстовой опасности. Таким образом, карстопроявления развиваются активнее в местах перетоков между выше- и нижележащими водоносными горизонтами.

Анализ гидрохимических параметров закарстованных территорий в целях определения карстоопасности включает в себя исследование содержания основных ионов и агрессивных свойств природных растворов по отношению к карстующимся отложениям, учитывая наличие постоянных перетоков между смежными горизонтами подземных вод в местах активности карстовых процессов, необходимо оценивать гидрохимические особенности не только карстующихся, но и покровной толщи. Важным показателем является величина общей минерализации. Карстующиеся породы, как известно, активнее

растворяются в низкоминерализованных растворах [1,2]. Как показали исследования, большое количество карстопоявлений фиксируется на участках, где величина минерализации подземных вод колеблется от 1 до 4 г/дм<sup>3</sup>. В местах, где значения минерализации больше, количество карстопоявлений значительно меньше. Данное обстоятельство подтверждается и корреляционным анализом, коэффициенты корреляции при сопоставлении количества встреченных форм карста и величиной минерализации близко к единице.

Ионный состав природных вод определяет их агрессивные свойства к растворимым породам. Химический состав подземных вод на участках активности карбонатно-сульфатного карста на территории Предуралья прогиба достаточно пестрый, причем многообразие состава наблюдается и в площадном отношении, и по разрезу. Фоновым химсоставом подземных вод, определяемым литологическими особенностями водовмещающих отложений, является сульфатно-гидрокарбонатный кальциевый, а также сульфатный кальциевый. Установлено, что большая часть карстопоявлений, как провалов, так и пустот, локализуются на участках, характеризующихся вариативностью компонентного состава вод, набором из двух и более вариантов компонентного состава. Причем многообразие химического состава демонстрируют, как воды карстующейся толщи, так и воды покровных отложений, кроме того, часто в местах скопления карстовых форм в подземных водах отмечено повышенное содержание ионов хлора. Территории, где отмечено многообразие химического состава вод, рекомендуется отмечать, как участки с потенциальной опасностью в связи с вероятной активизацией процесса карстования сульфатной толщи, поскольку изменение гидрохимического состава происходит тогда, когда имеют место периодические варьирования концентрации сульфатов в большую или меньшую сторону, что в свою очередь подразумевает периодический дефицит насыщения подземных вод сульфатом кальция и их периодическую, чаще сезонную, агрессивность к гипсам и ангидритам [2]. Такая тенденция выявлена не только для участков распространения карбонатно-сульфатного карста Предуралья. На территории Нижегородской области, в окрестностях районе г. Нижнего Новгорода, где карстуются преимущественно сульфатные породы, при анализе гидрогеологических условий отмечена схожая ситуация. Таким образом, полученные закономерности можно использовать для выявления потенциально карстоопасных участков не только на территории Предуралья, но и на других схожих в гидрогеологическом отношении территориях развития карбонатно-сульфатного карста.

#### **Список использованных источников**

1. Ильин А.Н. К вопросу изучения региональных закономерностей распространения и развития карста // Вопросы инженерного карстоведения. Тезисы докл. к инженерно- геологическому совещанию в г. Кунгуре (14-15 июня 1972 г.). – Кунгур, 1972. – С. 10 – 12.
2. Катаев В.Н., Лихая О.М., Ковалева Т.Г., Золотарев Д.Р., Щербаков С.В. Особенности химического состава вод иренского водоносного горизонта и карстопоявления (на примере территории г. Кунгур) // Вестник Пермского университета. Научный журнал. Геология. – 2009 – №3/2009. – С. 66 – 76.
3. Соколов Д.С. Основные условия развития карста. – М., Госгеолтехиздат, 1962. – 320с.

4. Шимановский Л.А., Шимановская И.А. Пресные подземные воды Пермской области. – Пермь: Перм. книжное изд-во, 1973. – 197 с.

**Hydrogeological conditions of the karst massif as factor of karst danger o  
the territory (on the example of carbonate-sulfate karst  
of the Cis-Urals)**

T.G. Kovaleva

Results of researches of hydrogeological features of carbonate and sulfate karst massifs are presented in article, the indicators characteristic for sites with the most karst danger are allocated.

**Key words:** karst, underground waters, chemical composition, karst danger.

*Ковалёва Татьяна Геннадьевна, 2017*

**ООО «ПРИОРИТЕТ»**  
**344000 г. Ростов-на-Дону, ул. Боряна д.20, оф. 24**  
**Подписано в печать 31.10.2017г.**  
**Тираж 45 экз.**

ISBN 978-5-9908040-9-8



9 785990 804098