

УДК 624.131

**АГРЕССИВНОСТЬ ГРУНТОВЫХ ВОД
УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ
(НА ПРИМЕРЕ Г. ВОЛОГДЫ)**

Труфанов А.И.

*Вологодский государственный технический университет,
г. Вологда, Россия*

По результатам материалов изысканий, проведенных в разное время на территории г. Вологды, приводится анализ результатов химического состава подземных вод. Выявляются различные типы их агрессивности на подземные коммуникации урбанизированной территории.

The article provides an analysis of the results of the chemical composition of groundwater based on the results of investigations carried out at different times in the city of Vologda. The Author detects the different types of aggression of groundwater and its effect on the underground communications of urban area.

Анализ материалов изысканий позволяет заключить, что при урбанизации природной среды наибольшему изменению подверглись геологические и гидрогеологические ее компоненты. В процессе освоения территории были ликвидированы частично или полностью овраги, старые фортификационные каналы, малые водотоки, которые служили дренажем и регулировали уровни грунтовых вод. Небольшие речки, притоки р. Вологды, когда-то тоже дренировали прилегающие к ним участки, а в настоящее время в значительной

степени заилены. Все это привело к изменению инженерно-геологических и гидрогеологических условий застроенной территории и прежде всего к ее подтоплению. При подъеме уровня подземных вод изменяется и гидрохимический режим подземной гидросферы. При подтоплении территории водовмещающими грунтами становятся культурные слои. Культурные слои города отличаются крайней неоднородностью и содержат перемещенные почвогрунты, строительный мусор, промышленные и бытовые отходы, золу захоронения и пр.

Качественный состав культурных слоёв определяет и химический состав подземных вод. Промышленное и хозяйственное освоение территории г. Вологды также вызвало ряд изменений грунтов, прежде всего их загрязнение. Основными источниками загрязнения грунтов и подземных вод являются промышленные отходы, промстоки и бытовые отходы. Наибольшему загрязнению подвергаются верховодка и грунтовые воды, распространенные в четвертичных отложениях и культурных слоях.

Грунтовые воды в естественном залегании при отсутствии техногенного загрязнения не агрессивные или слабоагрессивные, имеют гидрокарбонатный кальциевый состав и сравнительно невысокую минерализацию (до 1 г/л) [4]. На урбанизированной территории (особенно старой части города) химический состав грунтовых вод существенно меняется (рис. 1). За счет увеличения концентрации SO_4^{2-} и Cl^- растет общая минерализация. Достаточно тесная связь химического состава подземных вод прослеживается с типом и интенсивностью инженерно-хозяйственного освоения территории. Так, например, вдоль трасс автомобильных дорог резко увеличивается содержание ионов натрия и хлора, особенно на перекрестках дорог, где содержание их соответственно 520 мг/л и 1243 мг/л.

При увеличении мощности культурного слоя, как правило, возрастает общая минерализация вод, содержание в них азотистых соединений (до 400 мг/л) и окисляемости (170 мг/л). Основное влияние на рост минерализации в пределах урбанизированной территории оказывают доминирующие компоненты загрязнений – сульфатные и гидрокарбонатные ионы. Так на некоторых участках правобережной части города содержание сульфат-иона увеличилось с 26 мг/л – 1952 год [2] до 973 мг/л – 2009 год.

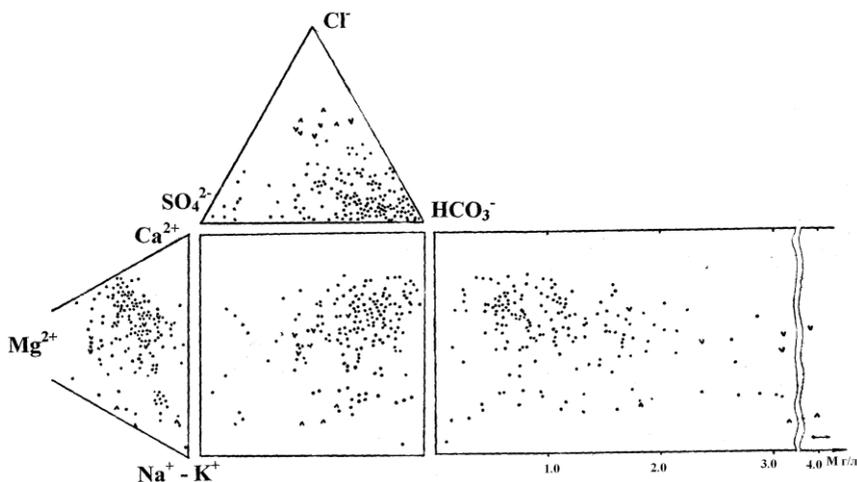


Рис. 1. Диаграмма химического состава грунтовых вод и верховодки урбанизированной территории города Волгоды [3]

Источником сульфатного загрязнения грунтовых вод могут быть атмосферные осадки, поскольку над территорией промышленного города осадки имеют высокое содержание сульфатов [5]. Однако на некоторых участках долины р. Волгоды повышенное содержание сульфатов можно объяснить гидравлической связью грунтовых вод с водами более глубоких горизонтов, имеющими сульфатный состав. В большинстве же случаев сульфаты в грунтовых водах и верховодке имеют техногенное происхождение. По водородному показателю подземные воды могут варьировать от кислых до щелочных, но преобладают слабокислые и нейтральные. На участках с мощной толщей культурного слоя или распространения отложений торфа рН в водах снижается до 4,1. Щелочные грунтовые воды с рН выше 8,0 на территории города встречаются редко.

Высокие концентрации сульфатов, растворенного органического вещества (судя по окисляемости), низкие значения рН и практически постоянное присутствие в грунтовых водах железа и хлора являются показателями агрессивности их по отношению к бетонным конструкциям и высокой степени коррозионности по отношению к металлическим конструкциям подземных коммуникаций.

В соответствии с действующими нормативными документами [1] по химическому составу подземные воды по отношению к бетону марки W4 обладают разными видами агрессивности. Их распространение в пределах городской территории показано в табл. 1 и на рис. 2.

Таблица 1

Виды агрессивных грунтовых вод
на застроенной территории г. Вологды

Вид агрессивности	Степень агрессивности	Распространение в черте города
1. Углекислотная	Слабо- и среднеагрессивная	Почти по всему городу за исключением правого берега реки Вологда на участке памятника 800-летия. В зависимости от сезона степень агрессивности меняется – увеличивается в меженные периоды и уменьшается в паводки
2. Бикарбонатной щёлочности	Слабоагрессивная	Имеет очень ограниченное распространение в районе ПЗ, льнокомбината, пос. Лоста
3. Аммонийных солей	Слабоагрессивная	Встречается в районе ПЗ и центральном районе, имеет локальное распространение, вдоль железной дороги, выгребных ям в деревянной застройке города
4. Общекислотная	Слабоагрессивная	В пределах распространения торфяных участков
5. Сульфатная	Слабоагрессивная	Имеет ограниченное распространение в Заречной части города, вдоль железной дороги и реки Содимы

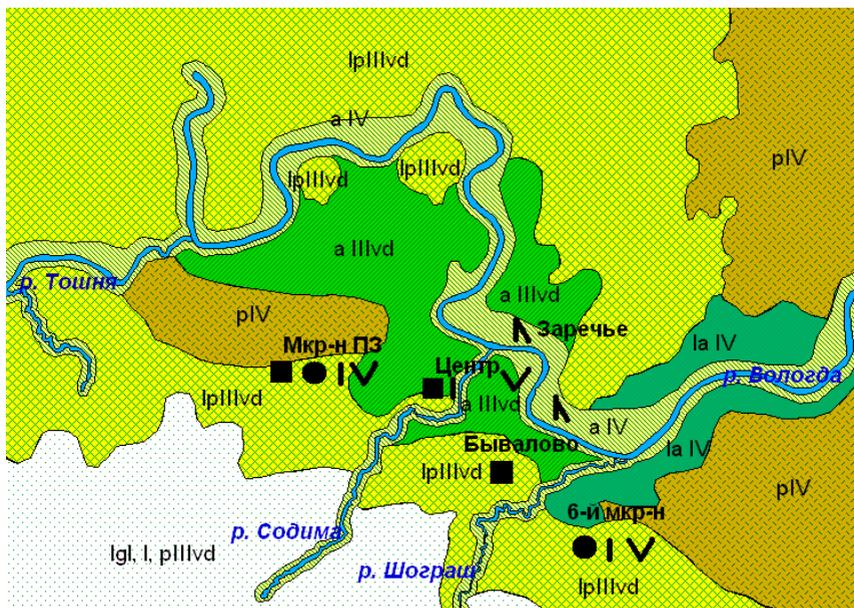


Рис. 2. Распространение агрессивных грунтовых вод на территории г. Вологды

Болотные отложения

Торф

pIV

Аллювиальные отложения

Супесь, песок - пойма, 1я надпойменная терраса

a IV

Аллювиальные отложения

Супесь, песок - 2я надпойменная терраса

a IIIvd

Озёрно-аллювиальные отложения

Суглинок, супесь, песок

Ia IV

Озёрно-болотные отложения

Суглинок, супесь, песок, торф

IpIIIvd

Озёрно-ледниковые, озёрные, болотные

Суглинок, супесь, песок

Igl, I, pIIIvd

● бикарбонатной щелочности

| аммонийных солей

∧ сульфатная

∨ общекислотная (по pH)

■ углекислотная

Как видно из приведенных в таблице данных подземные воды слабоагрессивные по отношению к бетону. Но вместе с тем наблюдается тенденция увеличения минерализации и загрязнения подземных вод сульфатами, хлоридами вдоль автодорог, железной дороги и переход вод в агрессивные.

По отношению к металлическим конструкциям подземные воды среднеагрессивные, по отношению к арматуре железобетонных конструкций слабоагрессивные.

Наиболее опасными для подземных бетонных и металлических строительных конструкций являются участки центрального района и района подшипникового завода. Здесь присутствуют агрессивные воды почти по всем показателям агрессивности. В районе Заречья преобладают грунтовые воды сульфатной агрессивности.

Из подземных коммуникаций самым уязвимым по отношению к агрессивным грунтовым водам являются водопроводная сеть. Наибольшее количество аварий на водопроводной сети произошло в 2003 и 2010 годах соответственно 835 и 2000. Анализ и сопоставление мест повышенной аварийности сетей и участков распространения наиболее агрессивных подземных вод даёт основание считать, что причинами прорывов на водопроводных сетях не последнее место занимает агрессивность грунтовых вод. Сопоставление прорывов на водопроводной сети в аномально жаркое лето 2010 года с видами агрессивности грунтовых вод показало, что наибольшее количество аварий произошло в районах распространения грунтовых вод, обладающих углекислотной агрессивностью (Центральный район, 6-й микрорайон, Бывалово). Наименьшее количество прорывов за этот период отмечено в Заречной части города, где грунтовые воды характеризуются преимущественно сульфатной агрессивностью.

Литература

1. Защита строительных конструкций от коррозии : СНиП 2.03.11–85. – М. : ОАО «ЦПП», 2007. – 56 с.

2. Лебедев, В.В. Подземные воды Вологодской области / В.В. Лебедев // Труды научной конференции по изучению Вологодской области. – Вологда : Обл. кн. редакция, 1956. – С. 84–113.

3. Труфанов, А.И. Подземные воды города Вологды и формирование их состава / А.И. Труфанов // Лебедевские чтения. – Вологда, 1994. – С. 59–69.

4. Труфанов, А.И. Некоторые особенности химического состава подземных вод застроенной территории (на примере г. Вологды) / А.И. Труфанов // Современные проблемы инженерной геологии и гидрогеологии территории городов и городских агломераций. – М. : Наука, 1987. – С. 226–227.

5. Труфанов, А.И. К вопросу о химическом составе атмосферных осадков / А.И. Труфанов, Н.А. Орлянский // Проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии : материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. – Томск : ИПР НИ ТПУ, 2010.