

горное обрамление впадин и обводненные разломы. Становление и развитие структур происходит в уникальной геодинамической обстановке – континентальном рифтогенезе, что создает специфические гидрогеологические, гидрогеохимические и гидрогеотермические условия формирования состава и свойств гидросферы. В результате формирования ресурсов и состава природных вод региона обусловлены не только процессами преобразования атмосферных вод, но и привлечением компонентов, а также продуктов генерации восходящего эндогенного флюида.

3. Обоснованы критерии (классификационные признаки) и выделены гидрогеологические структуры более высокого порядка.

4. Выполненное структурно-гидрогеологическое районирование и картографирование региона в различных масштабах позволяет определять перспективные участки локализации подземных вод разного состава и целевого использования и результативно осуществлять поисково-разведочные работы.

5. Кластерный анализ микрокомпонентного состава гидротерм Байкальского региона свидетельствует о необходимости корректировки существующих классификаций термальных вод, опирающиеся только на их газовый и анионный состав.

#### Литература

1. Диденков Ю.Н., СклярOVA О.А., Чернышова З.В., Брензей В.И., Вергун А.В. Анализ микрокомпонентного состава природных вод Байкальской рифтовой зоны//Геология, поиски и разведка полезных ископаемых и методы геологических исследований. Материалы Всерос. науч.-техн. конф. «ГЕОНАУКИ». Вып. 10. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2010. – С. 167 – 172.
2. Диденков Ю.Н., Вергун А.В., Проскуракова З.В. Микрокомпонентный состав лечебных гидротерм Хубсугульского региона (северная Монголия)//Курортная база и природные лечебно-оздоровительные местности Тувы и сопредельных регионов (материалы I международной научно-практической конференции). Кызыл, типография КЦО «Аныяк», 2013. – С. 179-184.
3. Проскуракова З.В. Диденков Ю.Н. Результаты поинтервального изучения макро- и микро-компонентного состава воды рифтового озера Хубсугул// Электронный сборник «Геология, поиски и разведка полезных ископаемых и методы геологических исследований» (материалы Всероссийской научно-технической конференции «ГЕОНАУКИ»). Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2016. С. 98-103.
4. Лысак С.В. Тепловой поток континентальных рифтовых зон. – Новосибирск: изд-во «Наука». Сибирское отделение, 1988. – 200 с.
5. Мац В.Д., Уфимцев Г.Ф., Мандельбаум М.М. и др. Кайнозой Байкальской рифтовой впадины. Новосибирск, Изд-во СО РАН, 2001, 249 с.
6. Степанов В.М. Введение в структурную гидрогеологию. – М.: Недра, 1989 г. – 229 с.

### **АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ НА ТЕРРИТОРИИ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р.ТОМИ**

**П.И. Проценко**

**Научный руководитель профессор В.К. Попов**

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г.Томск, Россия**

Споры вокруг Томского водозабора начались еще до его строительства. В 60-х годах очень остро встал вопрос качества речной воды в районе г.Томска. Это было связано с тем, что стали развиваться большими темпами промышленный гиганты: Новокузнецк, Кемерово и Юрга. Проблема качества речной воды стала обсуждаться в научных кругах. Анализы, выполненные в проблемной геологической лаборатории ТПИ, говорили о загрязнении воды органическими отбросами, в том числе в воде постоянно находились азот, аммиак и фенол. Одной из возможностей быстрого решения проблемы водоснабжения города стало использование подземных вод, И.В. Торощев, А.А. Воробьев и Б.В. Плотников, опираясь на работы сотрудников ТПИ и материалы изысканий Томской комплексной экспедиции доказали необходимость и экономическую выгодность использования артезианских вод. Н.М. Рассказов подготовил проект предварительной разведки подземных вод на территории Обь-Томского междуречья, который был поддержан учеными ТПИ. Томская комплексная экспедиция выполнила детальную разведку, утвержденные запасы пресной воды оказались выше расчетных и составили 500 тысяч м<sup>3</sup>/сут [1].

В апреле 1972 года вышло распоряжение о строительстве Томского водозабора. В ноябре 1973 года были готовы и опробованы первые 45 скважин. 13 декабря 1973 года была запущена в эксплуатацию первая часть подземного водозабора. Строительство водозабора было завершено в октябре 1974 года.

Основной вклад в исследования гидрогеологии и гидрогеохимии района Томского водозабора внесли П.А. Удодов, Н.М. Рассказов, Н.А. Карлсон, Т.Н. Филиппова, В.А. Коробкин, С.Л. Шварцев, В.К. Попов, В.П. Шинкаренко, В.А. Льготин, Ю.В. Макушин, Г.М. Рогов, В.А. Зуев и другими.

После загрязнения рек для человека остался, по сути, единственный источник водоснабжения – пресные подземные воды, месторождения которых, к сожалению, в процессе эксплуатации почти всегда в той или иной

мере истощаются, качество воды в них ухудшается, под влиянием водоотбора изменяется окружающая среда. Это обстоятельство вызывает особое беспокойство во всем мире, и поэтому проблема чистой воды относится к разряду мировых. Тем самым изучение характера и качества изменения подземных вод, масштаба и темпов преобразования окружающей среды на любом водозаборе представляет огромный научный интерес. Также изучение устойчивости к техногенным воздействиям гидросферы Обь-Томского междуречья интересно с позиции повышения надежности эксплуатации подземных водозаборов.

В связи с этим практический и научный интерес имеют данные об изменении гидрогеологических условий и химического состава подземных вод в зоне влияния крупного площадного водозабора, который обеспечивает водой областной центр г.Томск и расположен на территории Обь-Томского междуречья [2].

Обь-Томское междуречье по своим физико-географическим, гидрогеологическим и экологическим условиям является районом, благоприятным для формирования и сохранности вод хозяйственно-питьевого назначения. На данный момент – это территория, на которой сложилась непростая экологическая ситуация, являющаяся результатом многолетнего интенсивного антропогенного воздействия, более 45 лет [3].

На территории Обь-Томского междуречья (ОТМ) расположены 45 населенных пунктов. Большая их часть (65%) сосредоточена в долинах рр. Томи и Оби. В них проживает почти 70% населения междуречья. В двух наиболее крупных населенных пунктах (Тимирязевский, Морьяковка) сосредоточена почти треть населения Обь-Томского междуречья.

Многолетняя эксплуатация Томского подземного водозабора привела к образованию депрессионной воронки в эксплуатируемом водоносном комплексе. Границы депрессионной воронки : юг - р.Черная; юго-восток - 4-8 км от линии водозабора; запад - 15-25 км от линии водозабора вглубь междуречья; восток - левобережье реки Томи. Воронка обуславливает «подтягивание» некондиционных вод, влияет на изменения в гидрогеологии водоносных горизонтов, смежных с эксплуатационным. В колодцах у местного населения снижается уровень воды [2].

Также вблизи Томского водозабора на северо-востоке расположены объекты Сибирского химического комбината г. Северска, на которых происходит переработка и утилизация радиоактивных веществ. Здесь производится закачка жидких радиоактивных отходов в водоносные горизонты меловых отложений на глубину от 280 до 400 м.

Это создает угрозу для систем жизнеобеспечения г. Томска и г. Северска, так как на расстоянии менее 20 км от места глубинного захоронения находятся скважины Томского подземного водозабора, а еще ближе – двух Северских водозаборов, эксплуатирующих запасы одного и того же водоносного комплекса палеогеновых отложений.

Подавляющая масса населения ОТМ рассредоточена по малым населенным пунктам, что создает определенные сложности в решении проблемы организации и обеспечения централизованного водоснабжения из подземных источников, так как воды поверхностных водотоков не соответствуют санитарным нормам.

Водоснабжение населенных пунктов на ОТМ осуществляется как централизованным путем, так и одиночными скважинами.

- 80,3% населения Обь-Томского междуречья пользуются водой из артезианских скважин, подаваемой специализированными предприятиями, ориентированными на обеспечение населения питьевой водой.

- 19,7% населения имеют индивидуальные источники водоснабжения. Каптажными сооружениями являются колодцы и забивные скважины индивидуального пользования.

Низкое качество подаваемой населению воды связано не только с отсутствием должной водоочистки, но и с вторичным загрязнением в разводящих водопроводных сетях. Большинство водопроводных сетей имеет более 50% износа, а некоторые полностью выработали сроки эксплуатации.

Также на территории ОТМ угрозу подземным водам несет нарушение поверхностного слоя почвы, добыча гравия и песка, сбросы неочищенных коммунальных стоков, вырубка лесов, эксплуатация транспортных систем (дороги, мосты) изменение гидрологических режимов грунтовых вод и поверхностных водных объектов (реки, озера, болота). Таким образом, население ОТМ должно учитывать, что в зонах санитарной охраны многие виды деятельности ограничены.

Территория ОТМ активно используется как местными жителями, так и горожанами как источник дикоросов. Сосновые леса, широко распространенные в междуречье, богаты грибами, черникой, здесь же расположено несколько припоселковых кедровников, которые являются орехопромысловыми зонами. В результате неконтролируемого наплыва сборщиков дикоросов возникает другая проблема – захламливание лесов. Этому способствует также отсутствие в некоторых населенных пунктах организованной системы сбора бытовых отходов у населения, что приводит к возникновению стихийных свалок прямо в лесах ОТМ. Такая ситуация на протяжении многих лет наблюдается возле пос. Тахтамышево, Кафтанчиково и других. Учитывая песчаные грунты, слагающие данную территорию и наличие здесь воронки депрессии в результате эксплуатации водозабора, все эти загрязнения вполне могут сказаться как на состоянии воды в реке Томи, так и на качестве питьевой артезианской воды [4].

В последние годы многократно обсуждается вопрос о расширении города и застройке ОТМ. Противники этого проекта справедливо считают, что это лишит ОТМ его уникальности.

Из материалов, представленных администрацией Томского района, следует, что в пределах третьего пояса зоны санитарной охраны водозабора определены перспективные зоны для индивидуального жилищного строительства, производственных зон и зон для развития дачных товариществ.

Необходимо также учитывать, что большая часть территории планируемой застройки левобережья р. Томи находится на площади, где подземные воды, используемые для питьевого водоснабжения, по геолого-

гидрогеологическим условиям являются недостаточно защищенными от поверхностного загрязнения. Слабая защищенность подземных вод требует строжайшего соблюдения санитарных правил и норм по размещению планируемых объектов, правил по их сооружению и эксплуатации.

Таким образом установлены общие проблемы эксплуатации Томского водозабора, которые приводят к негативным последствиям в виде процессов и явлений, протекающих, часто необратимо, в сторону ухудшения практически всех составных частей окружающей среды.

#### Литература

1. Зиновьева В.П., Порядина А.Ф. От чистого истока. Век томского водопровода. Томск: ГАЛАПресс, 2005 г. - 304 с.
2. Зуев В.А., Картавых О.В., Шварцев С.Л. Обской вестник: научно-практический журнал / Комитет России по водному хозяйству; Сибирское соглашение; Обской бассейновый совет; Российская академия наук (РАН), Сибирское отделение (СО), Институт водных и экологических проблем (ИВЭП); Водоканал Барнаула; Ноосфера. - 1999. - № 3/4. - С. 137.
3. Попов В.К., Корбкин В.А., Рогов Г.М., Лукашевич О.Д. и др. Формирование и эксплуатация подземных вод Обь-Томского междуречья. Томск. Изд-во Томского архитектурно-строительного университета, 2002г. - 143 с.
4. Попов В.К., Лукашевич О.Д., Корбкин В.А., Золотарева В.В., Галямов Ю.Ю. Эколого-экономические аспекты эксплуатации подземных вод Обь-Томского междуречья. Томск. Изд-во Томского архитектурно-строительного университета, 2003. - 174 с.
5. Лукашевич О.Д., Мударисова Г.Р. Обь-Томское междуречье: сохранять нельзя использовать // Материалы IX Международной конференции «Реки Сибири и Дальнего Востока» (гг. Иркутск, Байкальск; 10-12 ноября 2015 г.). Иркутск: ИРОО «Байкальская Экологическая Волна», 2015. – 165 с.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КЛЮЧЕВСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ ИХ УСТОЙЧИВОСТИ В БОРТАХ КАРЬЕРА.

Е.Г. Прянишников

Научный руководитель профессор В.Е. Ольховатенко

Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
г. Томск, Россия

Ключевское золоторудное месторождение является одним из крупнейших, разработка которого ведется открытым способом. К настоящему времени глубина действующего карьера достигла 160 м. В ближайшие годы планируется увеличение добычи руды за счет расширения и углубления карьера. На конечный период отработки карьера его глубина составит 475 м. Для обоснования проекта разработки месторождения на больших глубинах потребовалось проведение специальных инженерно-геологических исследований. В процессе исследований были детально изучены физико-механические свойства пород, обобщенные характеристики которых приводятся в таблице 1.

По данным геолого-разведочных работ Ключевское золоторудное месторождение является составной частью одноименного рудного поля, сложенного преимущественно интрузивно-субвулканическими и жильными образованиями юрского возраста: гранитами и гранодиоритами первой фазы амананского комплекса, прорванными штоками гранодиорит-порфиров амуджикано-сретенского комплекса и дайками диоритовых порфиров, гибридных порфиров.

В разрезе Ключевского месторождения выделено 11 инженерно-геологических типов пород.

*Гранит среднезернистый калишпатизированный* пользуется довольно широким распространением и имеют мощность от 0,5 до 125,3 м. Средняя плотность пород составляет – 2,59 г/см<sup>3</sup>. Среднее значение угла внутреннего трения 34°, а удельного сцепления 10,5 МПа.

*Гранит среднезернистый биотит-роговообманковый калишпатизированный.* Характеризуется близкими значениями физических свойств с описанными выше гранитами, имея среднюю плотность 2,59 г/см<sup>3</sup>, предел прочности на одноосное сжатие – 43,07 МПа, растяжение – 6,02 МПа, угол внутреннего трения – 37°, удельное сцепление – 7,5 МПа.

*Гранит среднезернистый аргиллизированный* по своим физическим свойствам мало отличается от предыдущих типов пород. Так, плотность составляет 2,59 г/см<sup>3</sup>, угол внутреннего трения - 36 °, а удельное сцепление - 9,25 МПа.

*Гранит среднезернистый хлоритизированный* имеет более высокое значение плотности по сравнению с другими типами пород, которая в среднем составляет 2,64 г/см<sup>3</sup>. Предел прочности на одноосное сжатие составляет 43,21 МПа, угол внутреннего трения 34°, удельное сцепление 11,0 МПа.

*Гранодиорит-порфир мелкозернистый* самые высокие прочностные показатели. Так предел прочности на сжатие составляет в среднем 60,18 МПа, на растяжение 11,40 МПа, а удельное сцепление 16,88 МПа.

*Гранодиорит-порфир мелкозернистый аргиллизированный* отличается более низкими значениями предела прочности на одноосное сжатие (28,17 МПа) и удельного сцепления (8,0 МПа). Угол внутреннего трения составляет в среднем 32°.