

## ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ КОЛЫВАНЬ-ТОМСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ЗОНЫ

П. А. УДОДОВ, А. А. ЛУКИН, П. Н. ПАРШИН, Н. М. РАССКАЗОВ,  
А. Д. ФАТЕЕВ

(Представлена научным семинаром кафедры гидрогеологии  
и инженерной геологии и проблемной геологической лаборатории)

В статье мы кратко остановимся на некоторых региональных закономерностях питания, циркуляции и разгрузки подземных вод Колывань-Томской складчатой зоны в общем плане связи ее с окружающими геологическими структурами. Эти закономерности выявлены на основе использования методов региональной оценки естественных ресурсов подземных вод и водного баланса (в разработке Б. И. Куделина, 1960), изучения подземного стока вод по разовым замерам расходов рек в меженьный период и детального исследования химического (в особенности микрокомпонентного) состава подземных вод.

Под Колывань-Томской складчатой зоной понимаются герцинские структуры, подходящие к дневной поверхности в районе Приобья от Камня-на-Оби до Томска. Геологическими границами этих структур на востоке являются каледониды Кузнецкого Алатау и Салаира, а на юге, западе и севере Колывань-Томские герциниды погружены под мезокайнозойские образования Западно-Сибирской низменности. Основными структурными элементами зоны (Вдовин, 1956; Матвеевская, 1956, 1960) являются область основного герцинского прогиба Колывань-Томской геосинклинали, герцинская геоантиклинальная зона (Буготакская, Митрофановская и Подломская геоантиклинали), герцинские краевые прогибы (Ташминский, Кузнецкий, Горловский) и наложенные мезокайнозойские эрозионно-тектонические впадины (Улановская, Лучановская, Юргинская, Ояшинская, Усть-Бердская, Искитимская, Дорнинская, Черепановская).

Одним из главных факторов в формировании подземных вод Колывань-Томской складчатой зоны является ее двухъярусное геологическое строение, обуславливающее важнейшие различия в условиях циркуляции вод в пределах этажей. Нижний структурный этаж сложен палеозойскими образованиями от нижнего девона до нижней перми, представленными эффузивно-осадочной формацией  $D_{1-2}$  (геоантиклинальная зона), песчано-глинистыми осадками с прослоями, линзами и пачками известняков и иногда вулканогенных образований  $D_3-S_1$  (область основного герцинского прогиба), карбонатно-терригенной  $S_1$  и угленосной  $S_1-P_1$  формациями (краевые прогибы). Перечисленные образования сильно дислоцированы в позднегерцинскую фазу тектогенеза с формированием линейно вытянутых в субмеридиональном направлении складок. Проявление фаз тектогенеза как герцинского, так и последующих циклов находит свое выражение в магматической деятельности (раз-

виты гранитные массивы и дайковые диабазовые тела), а также в сложной дизъюнктивной тектонике структур нижнего этажа, которые характеризуются блоковым строением. Предыдущими геологическими исследованиями выявлен ряд крупных разломов, которые ограничивают основные структурные элементы. Примерами подобных нарушений являются Приобский глубинный разлом, так называемый Томский надвиг, разломы, разделяющие структуры Кольвань-Томской складчатой зоны и Салаира, и разломы, ограничивающие Буготакскую горстантиклиналь. Наряду с крупными разломами наблюдается большое число более мелких разрывных нарушений субмеридионального и субширотного направлений. Характер поперечных по отношению к простиранию складок нарушений до настоящего времени остается мало исследованным. Как показали гидрогеохимические исследования, многие закартированные ранее нарушения проявляют себя в особенностях химического состава подземных вод. На основе гидрогеохимических критериев выявлен и прослежен ряд новых разрывных нарушений, в частности, и в районе Томска (Удодов, Матусевич, Григорьев, 1965). Не все зоны разрывных нарушений характеризуются повышенной водообильностью. Это, очевидно, является в значительной степени отражением их разновозрастности. Причем открытыми для циркуляции вод являются более молодые или подновленные разломы. К прямым гидрогеологическим признакам наличия новейших зон разрывных нарушений можно отнести локальную повышенную обводненность пород, а также широко развитое в регионе травертинообразование в местах выхода вод зон разломов. По-видимому, к молодым можно отнести целый ряд разрывных нарушений различного направления, известных в районе Томска. Они могут служить путями пополнения ресурсов подземных вод мезокайнозойских отложений.

Таким образом, коллекторские свойства геологических образований нижнего структурного этажа определяются только их трещиноватостью, и по условиям циркуляции здесь развит трещинный тип подземных вод. Среди них принято выделять трещинные воды, связанные с разрушенной кровлей пород фундамента и пользующиеся региональным распространением, и трещинные воды зон разрывных нарушений. В известняках развит трещинно-карстовый тип подземных вод. Следовательно, направление движения подземных вод в данном структурном этаже определяется положением водопроводящих зон разломов и характером гидростатических напоров. В распределении сил напоров важное значение имеет рельеф фундамента. Общее понижение его наблюдается в сторону Западно-Сибирской низменности, чем обуславливается направление регионального стока. Однако наличие в палеозойском фундаменте Кольвань-Томской зоны отмеченных локальных эрозионно-тектонических депрессий осложняет сток. Некоторые из впадин замкнуты (Ояшинская, Бердская), другие открыты в сторону Западно-Сибирской низменности и Кузбасса (Улановская, Лучановская, Юргинская, Доронинская, Черепановская). Эти депрессии являются местными зонами глубокого дренирования трещинных вод. Глубина активного дренажа эрозионно-тектоническими впадинами, определяемая разностью отметок фундамента, находится в пределах 100—250 м. По зонам разрывных нарушений она может достигать значительно больших величин.

Важное значение имеет кора выветривания, которая имеет покровный характер распространения, но в некоторых частях смыта. Участки со смытой корой наиболее широко развиты в пределах орографически приподнятых геоантиклинальных и антиклинальных структур и гранитоидных массивов, а также в долинах более крупных рек. Покровный характер глинистой части коры выветривания затрудняет инфильтрацию атмосферных осадков, создает напоры подземных вод палеозойских пород,

способствует региональному подземному стоку, затрудняя разгрузку в местную гидрографическую сеть. Участки же с размытой корой выветривания являются или участками питания подземных вод (водораздельные пространства геоантиклинальных структур, отдельные участки в долинах рек Каракана, Койнихи, Ояша, Ушайки, Киргизки и др.) или, наоборот, участками разгрузки глубоких вод (долины рек Щербака, Тугояковки, Кунгурки и др.).

Верхний структурный этаж сложен континентальными песчано-глинистыми образованиями кайнозоя (верхнего палеогена, неогена, четвертичными) и местами мезозоя (юры и мела). Общая мощность рыхлого покрова колеблется в среднем от 0 до 40 м, увеличиваясь в пределах наложенных эрозионно-тектонических впадин и склона Западно-Сибирской низменности до 200 м и более. По условиям циркуляции подземные воды верхнего структурного этажа относятся к порово-пластовому типу. Направление движения их обусловлено главным образом направлением сил гидростатических напоров, которое, в свою очередь, определяется орографическими факторами.

В орографическом и гипсометрическом отношении Колывань-Томская складчатая зона в целом (в средней своей части вместе с прилегающими здесь к ней структурами Кузбасса) занимает среди сопредельных геологических структур переходное положение от равнинных пространств Западно-Сибирской низменности к горным районам Кузнецкого Алатау и Салаирского кряжа. Она представляет собой возвышенную, значительно пенеблизированную равнину со средними абсолютными отметками порядка 200—250 м. Типичен равнинновсхолмленный рельеф и общий пологий уклон местности от названных горных районов в сторону основной дрены подземных и поверхностных вод региона — реки Оби. В деталях же орографический план региона довольно неоднороден. В нем выделяются характерные гипсометрические уровни и типы рельефа, которые пространственно и, очевидно, генетически увязываются с определенными структурными элементами. Как правило, участкам геоантиклиналей и крупным выявленным антиклиналям соответствуют наиболее высокие гипсометрические уровни и большая расчлененность рельефа, а участкам молодых эрозионно-тектонических впадин — в среднем ступенчато пониженные значения абсолютных высот и меньшая расчлененность рельефа. Таким образом, по орографическим особенностям первые структуры выступают в гидрогеологическом отношении как области питания, вторые — как области дренажа подземных вод. При этом области питания характеризуются выпадением большего количества атмосферных осадков и большей залесенностью. Это в сочетании с отмеченной для данных структур меньшей мощностью отложений рыхлого чехла и слабым развитием коры выветривания усиливает их роль как областей питания. Выделенные области питания и дренажа проявляются также в особенностях состава макро-и микрокомпонентов, газового и изотопного состава вод.

Формирование естественных ресурсов подземных вод Колывань-Томской складчатой зоны определяется отмеченными геолого-структурными и геоморфологическими факторами, а также климатическими и ландшафтными условиями. Не останавливаясь подробно на последних, отметим лишь, что определениями естественных ресурсов подземных вод зоны активного водообмена методом расчленения гидрографа речного стока (данные многолетних наблюдений за расходами рек региона взяты из справочника «Ресурсы поверхностных вод СССР...», 1966), и замерами меженных расходов рек выявляется определенная зональность в распределении стока подземных вод в зависимости от ландшафтно-климатической зональности. Величина подземного стока уменьшается с

севера на юг. Если в зоне тайги и подтайги, куда входит район Томска, модуль подземного стока ( $л/сек км^2$ ) составляет в среднем 1—1,5, то в предгорной дренированной равнине лесостепной зоны он, как правило, меньше единицы (0,5—1,0), а на юге региона (лесостепь южнее р. Берди) — 0,35—0,7.

Изменения величины подземного стока в ландшафтных зонах определяются различиями в структурно-геологических условиях участков. В результате структуры, выделенные как области питания, характеризуются и более интенсивным подземным стоком. Так, в средней части региона, располагающейся в одной ландшафтной зоне, модуль подземного стока изменяется от 1,75—3,4 в пределах Буготакской горстантиклинали (основная местная область питания) до 0,5  $л/сек км^2$  в районах наложенных эрозионно-тектонических впадин и на склоне Западно-Сибирского артезианского бассейна.

Для палеозойских образований региона нами выделены следующие водоносные комплексы: песчано-сланцевой толщи ( $D_3-C_1$ ), эффузивно-осадочной толщи ( $D_{1-2}$ ,  $D_3$ ), карбонатных пород, гранитоидов и, кроме того, воды зон разрывных нарушений. В областях питания и стока (геоантиклинальные структуры и основной герцинский прогиб Колывань-Томской геосинклинали вне наложенных эрозионно-тектонических впадин) водообильность трещиноватой зоны выветривания песчано-сланцевого и эффузивно-осадочного комплексов в среднем характеризуется значениями модуля подземного стока, равными первым десятым долям  $л/сек км^2$ , и удельными дебитами скважин от сотых долей до первых десятых  $л/сек$ . На участках обводненных разрывных нарушений в пределах этих водоносных комплексов модули подземного стока больше единицы, удельные дебиты скважин составляют от 1 до 3  $л/сек$ . При этом водообильность зон разломов в эффузивно-осадочных образованиях большая, чем в флишеидной толще. Так, на участке обводненной зоны разрывного нарушения в эффузивно-осадочной митрофановской пачке в бассейне р. Кунгурки (левой приток р. Томи) модуль подземного стока для площади 1,5  $км^2$  составил более 10  $л/сек км^2$ . Водообильность известняков на основе изучения подземного стока в районах Власковского и Яшкинского карьеров характеризуется модулем подземного стока до 11  $л/сек км^2$ . Гранитоидные массивы в зоне выветривания характеризуются слабой обводненностью в связи с тем, что они дренированы р. Обью.

Количественно подземный сток палеозойского комплекса обусловлен наряду с ландшафтно-климатическими, структурными и геоморфологическими факторами и коллекторскими свойствами пород — также гидродинамическим взаимодействием обводненных комплексов между собой, поверхностным стоком и водами рыхлых отложений над палеозойскими образованиями. Это взаимодействие выражается, например, в таких часто наблюдаемых в регионе проявлениях режима вод, как изменение относительной доли поверхностной и подземной составляющих стока в зависимости от изменения в плане коллекторских свойств пород.

На участках, где речные долины выходят из поля распространения слабоводопроницаемых песчано-сланцевых или эффузивно-осадочных отложений и прорезают пачки закарстованных известняков, наблюдается общеизвестное увеличение подземной составляющей стока. Ориентировочная количественная оценка поглощения вод произведена нами только для одного подобного участка в районе развития искинитимских известняков в бассейне р. Берди. По данным многолетних наблюдений за ее стоком в створах с. Старого Искитима («Ресурсы...», 1966), поглощение, выраженное через модуль подземного стока, составляет здесь на основе воднобалансовых расчетов 5  $л/сек км^2$ . Эта цифра, ви-

димо, еще занижена, так как расчеты проводились для всего воднобалансового участка, внутри которого известняки занимают небольшую площадь. При выходе речных долин из поля известняков на границе с менее проницаемыми породами происходит быстрое нарастание расходов рек, отмечаются сосредоточенные выходы подземных вод с дебитом до 50 л/сек (источник в долине р. Пачи вблизи Яшкинского известнякового карьера).

Аналогичная картина в режиме поверхностного и подземного стока вод характерна также для случая, когда долина реки заложена в литологически однородных породах, но меняет свое положение по отношению к интенсивно-трещиноватым зонам.

Кратко охарактеризованные для водоносных комплексов палеозойских образований Колывань-Томской складчатой зоны общие условия стока позволяют предполагать, что в формировании естественных ресурсов подземных вод зоны активного водообмена основное место принадлежит местным областям питания.

Рассмотрение подземных вод палеозойских образований показывает, что наибольший отбор воды для хозяйственного и питьевого использования может быть осуществлен из водоносного комплекса известняков и зон разрывных нарушений, заложенных в особенности в песчаниках, эффузивах и гранитах. Качество вод удовлетворяет, как правило, всем требованиям ГОСТа. Для вод зон разрывных нарушений иногда отмечается содержание железа от 1 до 10—16 мг/л и наличие выше нормы таких компонентов, как ртуть, цинк, барий и др. Последнее обстоятельство обязывает изучать микрокомпоненты при всех гидрогеологических исследованиях в регионе для целей водоснабжения.

Распределение и формирование естественных ресурсов подземных вод водоносных комплексов верхнего структурного этажа во впадинах (малые артезианские бассейны) и в области погружения Колывань-Томских палеозойских структур под отложения Западно-Сибирской низменности (склон артезианского бассейна) изучены к настоящему времени еще слабо, хотя эти воды представляют наибольший интерес для практического их использования в качестве источника водоснабжения. По полученным нами материалам можно дать только некоторые ориентировочные цифры.

Изучение подземного стока в названных районах показывает, что естественные ресурсы подземных вод верхней части разреза покровного чехла (как правило, слабоводопроницаемой и находящейся в зоне активного дренирующего влияния речных систем) ограничены и характеризуются модулем подземного стока до 0,5 л/сек км<sup>2</sup>. Но там, где реки прорезают более водопроницаемые водоносные комплексы, модуль подземного стока значительно возрастает. Так, в нижней части р. Лебязьей, где она вскрывает водообильные песчано-гравийно-галечниковые верхнепалеогеновые отложения болотнинской свиты, модуль подземного стока составляет 3 л/сек км<sup>2</sup>. Эту величину модуля стока можно принять для ориентировочной характеристики естественных ресурсов подземных вод водоносного горизонта болотнинской свиты. Учитывая его значительную мощность (40—50 м) и широкое площадное распространение в Юргинской впадине (порядка 3,5 тыс. км<sup>2</sup>), естественные ресурсы подземных вод только этого горизонта во впадине предварительно оцениваются нами величиной порядка 10 м<sup>3</sup>/сек, то есть обеспечивающими потребности в воде большого города. Таким образом, подземные воды Юргинской впадины и склона Западно-Сибирского артезианского бассейна севернее впадины в междуречье Обь — Томь могут быть использованы для обеспечения водой Томска, Юрги и Болотного.

Некоторое представление о естественных ресурсах подземных вод

мезокайнозойских отложений ниже местной зоны активного дренажа дает порядок цифр модулей стока, полученный при региональных расчетах водного баланса для бассейнов рек, которые расположены в пределах наложенных эрозионно-тектонических впадин и в области погружения палеозойских структур в сторону Западно-Сибирской низменности. Ресурсы более глубокого подземного стока вод характеризуются следующими цифрами: в Новосибирском Приобье — более 5 (бассейны рр. Тула и Чик), в Ояшинской впадине — около 4 (бассейн р. Ояш), в Юргинской впадине — порядка 5 (бассейн р. Лебяжьей), в Улановской впадине и на северо-восточном склоне Томь-Яйского междуречья — от 4 до 5,5 л/сек км<sup>2</sup> (бассейны рр. Китат, Латат и Яя между створами раб. пос. Яя и Семеновское). Часть этого стока, очевидно, обязана поступлению вод из водоносных комплексов палеозойских образований Кольвань-Томской складчатой зоны. Питание мезокайнозойских водоносных комплексов со стороны палеозойских структур подтверждается изучением микрокомпонентного состава вод. В районах Улановской, Юргинской, Ояшинской, Доронинской и других впадин по естественным выходам подземных вод выявлен ряд гидрогеохимических аномалий, отражающих водные потоки рассеяния различных зон минерализаций.

Приведенные ориентировочные данные показывают значительно более высокие естественные ресурсы подземных вод мезокайнозойских отложений в пределах молодых артезианских бассейнов и на склоне Западно-Сибирского артезианского бассейна по сравнению с естественными ресурсами обводненных комплексов обрамляющих палеозойских структур.

Выявленные региональные закономерности формирования подземных вод явились одним из обоснований при выборе участка разведки их для водоснабжения Томска и важны при решении таких связанных с этой работой вопросов, как прогноз восполнения и качества подземных вод при эксплуатации проектируемого водозабора.

#### ЛИТЕРАТУРА

- В. В. Вдовин. Геотектонические структуры Кольвань-Томской дуги. Тр. Горно-геол. инст. Зап.-Сиб. фил. АН СССР, вып. 15, 1956.
- Б. И. Куделин. Принципы региональной оценки естественных ресурсов подземных вод. Изд. Московского ун-та, 1960.
- А. Л. Матвеевская. О строении и развитии Кольвань-Томской дуги в области стыка с Салаиром. Тр. Горно-геол. инст. Зап.-Сиб. фил. АН СССР, вып. 15, 1956.
- А. Л. Матвеевская и Е. Ф. Иванова. Геологическое строение южной части Западно-Сибирской низменности в связи с вопросами нефтегазоносности. М.—Л., Изд. АН СССР, 1960.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики, т. 15. Алтай и Западная Сибирь, вып. 2, Средняя Обь. Л., Гидрометеоздат, 1966.
- П. А. Удодов, В. М. Матусевич, Н. В. Григорьев. Гидрогеохимические поиски в условиях полузакрытых геологических структур Томь-Яйского междуречья. Изд. Томского ун-та, 1965.