

**ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ОКРАИНЫ
ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА
И ЕГО ПАЛЕОЗОЙСКОГО ОБРАМЛЕНИЯ**

Ю. К. СМОЛЕНЦЕВ

(Представлена научным семинаром кафедры гидрогеологии и инженерной геологии)

Характеризуемая территория занимает юго-восточную часть Томской области. Западная граница района проходит по р. Иксе, восточная — по р. Чулыму, северная — по широте $57^{\circ}20'$, южная — по границе области. В экономическом отношении район представляет собой наиболее густонаселенную, промышленно развитую и освоенную часть области.

В основу гидрогеологического районирования описываемой площади нами положен геоструктурный принцип, предложенный Г. Н. Каменским для гидрогеологического районирования территории СССР [6, 7]. Сложные гидрогеологические условия территории обусловлены положением ее на стыке двух крупнейших гидрогеологических регионов — Западно-Сибирского артезианского бассейна платформенного типа и Саяно-Алтайской гидрогеологической складчатой области. Граница между ними проходит по границе выхода на поверхность (под маломощный чехол антропогенных отложений) складчатого палеозойского фундамента, точнее по границе между олигоценовыми отложениями, залегающими в мульдообразной структуре Западно-Сибирской низменности, и палеозойскими отложениями Томского выступа [1, 3, 5, 9]. Северо-восточная часть характеризуемой площади располагается в периферической части Чулымского артезианского бассейна второго порядка, западная — в окраинной части Обского артезианского бассейна второго порядка, юго-восточная — в периферической части Саяно-Алтайской гидрогеологической складчатой области. Граница между Обским и Чулымским артезианскими бассейнами второго порядка проводится нами по Томском увалу, а далее на северо-запад, примерно по долине р. Оби, то есть по границе между системой поднятий Васюганской зоны и Чулымской впадиной.

Исходя из анализа и обобщения материалов по подземным водам, нами на основе классификаций О. К. Ланге, Ф. П. Саваренского Н. И. Толстихина и И. К. Зайцева предложена сводная классификация подземных вод рассматриваемого района [1, 3, 5, 9]. Подземные воды района относятся к инфильтрационному генетическому циклу по Г. Н. Каменскому [7], не исключается роль и участие конденсационных процессов, проходящих в зоне аэрации. К основным типам подземных вод отнесены воды зоны аэрации, грунтовые, межпластовые, трещинные, жильные. Как подтип межпластовых вод выделены артезианские воды, то есть межпластовые воды мульдообразных артезианских структур. По

характеру коллекторов выделяются три основные категории подземных вод: поровые, трещинные и жильные. Термин «грунтовые воды» применяется нами в понимании С. Н. Никитина, О. К. Ланге, И. К. Зайцева, М. Е. Альтовского.

Западно-Сибирский артезианский бассейн

В геологическом отношении периферическая часть Западно-Сибирского артезианского бассейна характеризуется пологим в пределах Жуковской скульптурной террасы, Томского вала и Яйского выступа, а далее к западу, северу и востоку интенсивным погружением поверхности палеозойского складчатого фундамента, осложненного выступами, интенсивным нарастанием мощности мезокайнозойских отложений верхнего структурного этажа, образующих чехол артезианского бассейна, в составе которых существенную роль играет песчаный, гравийный и галечниковый материал. В чехле артезианского бассейна выделяются два структурных яруса: верхний — образован четвертичными и палеогеновыми отложениями, нижний — мультисистемно залегающими отложениями мелового возраста.

В гидрогеологическом отношении окраина артезианского бассейна характеризуется наличием высоконапорных трещинных и жильных вод отложений фундамента, мощных напорных артезианских водоносных горизонтов в отложениях мела и палеогена, а также широким распространением межпластовых (напорных и безнапорных) и грунтовых вод четвертичных отложений.

В разрезе рассматриваемой верхней части мезокайнозоя (до 500 м) окраины артезианского бассейна отчетливо выделяются три крупных водоносных комплекса, отделенных друг от друга почти на всей территории водоупорными толщами.

К первому водоносному комплексу отнесены нами водоносные отложения четвертичного возраста, континентального олигоцена (туртаской, ажарминской, новомихайловской, атлымской и юрковской свит) и сымской свиты верхнего мела Чулымского бассейна. В силу различия литологического состава верхней части разреза четвертичных отложений подземные воды комплекса на одних участках, обладая водоупорной кровлей, являются межпластовыми, на других — при отсутствии ее — типичными грунтовыми. Воды новомихайловской, атлымской и юрковской свит олигоцена и сымской свиты верхнего мела, залегающие ниже местного базиса эрозии, относятся к межпластовым артезианским. Грунтовый характер воды комплекса приобретают, главным образом, в долинах рек, в пределах аллювиальных отложений.

Широко распространены в пределах комплекса воды зоны аэрации: болотные, почвенные, верховодка, капиллярной зоны. Болотными водами заняты значительные площади в долинах рек и на водораздельных пространствах. Реакция их слабокислая, обогащены окислами железа. Верховодка встречается на линзах водоупорных пород в верхней части четвертичных отложений, в толще покровных лёссовидных суглинков, в прослоях песков и супесей. Образуется она за счет инфильтрации атмосферных осадков. Верховодка малодобитна, часто загрязнена, с непостоянным режимом. Залегает она в основном на глубине до 5 м, часто используется населением для водоснабжения. Верховодка имеет пестрый химический состав, минерализация ее 0,2—1,4 г/л. Для водоснабжения не рекомендуется.

Воды зоны насыщения водоносного комплекса приурочены к пескам, супесям, гравийно-галечниковым и галечниковым отложениям. По схеме зональности грунтовых вод СССР Г. Н. Каменского, грунтово-межпластовые воды четвертичных и верхнеолигоценовых отложений относятся к водам выщелачивания, формирующимся в условиях избы-

точного увлажнения и преобладания подземного стока над испарением. Залегают подземные воды комплекса на глубине до 100 м. Глубина залегания кровли водоносного комплекса увеличивается по мере повышения рельефа и удаления от основных водных артерий района, дренирующих водоносный комплекс, и достигает максимума на наивысших участках междуречий рр. Обь — Томь и Томь — Чулым [3, 5, 9]. Так, в пойменных частях долин рек подземные воды залегают на глубине до 15 м, в пределах надпойменных террас на глубине до 27 м, реже до 42 м и т. д. [11].

Почти повсеместно водоносные четвертичные отложения без водопора подстилаются водоносными отложениями континентального олигоцена, а в Чулымском бассейне и водоносными верхнемеловыми отложениями, что и позволило объединить их в один водоносный комплекс. Глинистые пласты и линзы в толще комплекса имеют в общем подчиненное значение, разобщая в отдельных случаях водоносный комплекс на ряд тесно гидравлически связанных друг с другом водоносных горизонтов и подкомплексов. Так, в юго-западной части района, в периферической части Обского артезианского бассейна в средней части комплекса прослеживается более или менее выдержанная по простиранию существенно глинистая толща новомихайловской свиты среднего олигоцена, разобщившая водоносный комплекс на два подкомплекса, гидравлически связанных друг с другом. В почве первого водоносного комплекса в Обском бассейне залегает регионально выдержанная водоупорная толща люлинворской свиты эоцена, а в Чулымском — глинистые отложения верхнесимоновской подсвиты верхнего мела.

Мощность водовмещающих отложений комплекса 4—210 м и более, причем наименьшую мощность комплекс имеет в юго-восточной части на границе с Томским гидрогеологическим массивом, наибольшую — в Чулымском бассейне, на северо-востоке района.

Как правило, колодцы и скважины вскрывают лишь самую верхнюю часть водоносного комплекса, эксплуатируя воды четвертичных, реже олигоценовых отложений. Зеркало грунтовых и пьезометрическая поверхность напорных вод располагаются на глубине 0—40 м. В долинах рек, в пониженных участках рельефа уровни подземных вод располагаются ближе к дневной поверхности, на междуречьях — на большей глубине. В некоторых случаях в долинах рек юго-западной части района скважины, вскрывшие нижний водоносный подкомплекс, залегающий на глубине 32—200 м, самоизливались, пьезометрический уровень устанавливается до $+0,5$ — $+18$ м над устьем скважины [3, 9, 10, 11]. Напор вод комплекса 0—170 м. Как правило, напорами, превышающими 40, реже 60 м, обладают артезианские воды нижнего водоносного подкомплекса отложений юрковской и новомихайловской свит Обского артезианского бассейна.

Водообильность отложений комплекса в зависимости от литологического состава их и стратиграфической принадлежности пестра, дебиты скважин 0,002—18,2 л/сек при понижениях уровня на 0,3—40 м. Удельные дебиты скважин 0,002—4,0 л/сек и более. Как правило, дебиты скважин больше 1,0 л/сек. Дебиты родников 0,01—4,0 л/сек, в долине р. Шегарки у с. Количкино зафиксирован родник с дебитом 22,5 л/сек, высота фонтана которого 10—15 см над поверхностью земли, обязан он, по-видимому, артезианским водам континентального олигоцена [10]. Хорошими фильтрационными свойствами, а следовательно, и большой водособильностью обладают песчаные, гравийно-галечниковые и галечниковые верхнечетвертичные отложения надпойменных террас, дебиты скважин 0,8—3,3 л/сек при понижениях уровня на 0,3—8,4 м. Хорошей водообильностью обладают и песчано-гравелистые отложения верхнего олигоцена, дебиты скважин 0,45—2,5 л/сек при понижениях

уровня на 0,3—22,5 м, как правило, удельные дебиты скважин более 1 л/сек. Неравномерной, а зачастую и низкой водообильностью обладают песчано-гравийно-галечниковые ниже-среднечетвертичные отложения, дебиты скважин которых 0,01—3,5 л/сек при понижениях уровня на 0,4—37 м. Дебиты скважин, эксплуатирующих артезианские воды новомихайловской свиты, 0,01—4,3 л/сек при понижении уровня на 0,21—45 м, удельные дебиты скважины редко больше 1 л/сек, причем большая водообильность их отмечена на Обь-Томском междуречье. Водообильность отложений нижнего водоносного подкомплекса новомихайловской, атлымской и юрковской свит Обского артезианского бассейна значительно уменьшается в западном направлении, повышенной водообильностью эти отложения характеризуются в пределах Обь-Томского и западной части Обь-Чулымского междуречий, где дебиты скважин составляют 0,2—18,2 л/сек при понижениях уровня на 3,5—26 м.

Воды зоны насыщения водоносного комплекса гидрокарбонатные кальциевые, кальциево-магниевого, реже кальциево-натриевые и натриево-кальциевые, с минерализацией 0,1—0,6 г/л; по-видимому, вследствие поверхностного загрязнения в ряде случаев воды четвертичных отложений пестры по составу, имеют повышенную общую минерализацию (до 1 г/л) и жесткость, в них отмечается присутствие нитрат и нитрит-ионов. Часто в водах комплекса присутствует двухвалентное железо, содержание которого достигает 10 мг/л. Воды комплекса широко используются и рекомендуются для водоснабжения.

Межпластовые артезианские воды верхне-нижнемеловых отложений сымской, симоновской, кийской и киялинской свит объединены нами во второй крупный водоносный комплекс и значительно хуже изучены, что вынуждает дать их совместную характеристику. Приурочены они к пескам и рыхлым песчаникам, залегающим на глубине 50—300 и более метров, увеличивающейся с удалением от палеозойского обрамления. Благодаря наличию довольно мощных глинистых пластов, выдерживающихся по простираению, водоносный комплекс разобран на ряд гидравлически связанных водоносных горизонтов, мощностью до 60—80 м. В Чулымском бассейне глинистые горизонты имеют подчиненное значение, весь водоносный комплекс здесь можно рассматривать как единую гидродинамическую систему, достигающую мощности 400 и более метров.

Водоносный комплекс вскрыт и опробован рядом скважин в западной и северо-западной части района, в периферической части Обского артезианского бассейна. Воды комплекса высоконапорные, в долине р. Оби пьезометрические уровни устанавливаются на +3,7—+10,85 м над устьем скважин, на междуречьях — на глубине 1,4—34 м [3, 9, 10, 11]. Напор вод, составляющий 113—497 м, увеличивается с глубиной и с удалением от палеозойского обрамления. Дебиты скважин, вскрывших водоносный комплекс, 0,5—12,2 л/сек при понижении уровня на 2—57 м, удельные дебиты скважин 0,01—0,85 л/сек. Несколько большей и равномерной водообильностью обладают водоносные отложения нижнесимоновской подсвиты и кийской свиты верхнего — нижнего мела, удельные дебиты скважин которых 0,11—0,28 л/сек, низкой водообильностью обладают водоносные отложения киялинской свиты.

В отложениях мелового возраста существует своеобразная гидрохимическая обстановка. Здесь сверху вниз и с востока и юго-востока на запад и северо-запад, с удалением от периферической части артезианского бассейна, с затруднением водообмена, с сменой континентальных фаций морскими и прибрежно-морскими, четко прослеживается изменение химического состава вод от пресных гидрокарбонатных натрие-

вых, кальциево-магниевых и гидрокарбонатно-хлоридно-натриевых, с минерализацией 0,1—0,9 г/л до хлоридно-натриевых сильно соленых с минерализацией 4,5—8,1 г/л [10, 11]. Для водоснабжения воды меловых отложений не рекомендуются и не используются.

Трещинные и жильные воды палеозойского фундамента окраины артезианского бассейна, относимые нами к третьему водоносному комплексу, не изучены.

Саяно-Алтайская гидрогеологическая складчатая область

В геолого-гидрогеологическом отношении периферическая часть палеозойского обрамления артезианского бассейна (так называемого нами Томского гидрогеологического массива) характеризуется широким развитием дислоцированных пород нижнего карбона и верхнего девона Томь-Колыванской складчатой зоны, пород протерозоя и кембрия Кузнецкого Алатау и осадков Кузбасса, залегающих на сравнительно небольшой глубине и пораженных в верхней своей части региональной мелкой трещиноватостью в зоне выветривания и более или менее крупными тектоническими нарушениями и зонами разлома с наличием, соответственно, трещинных и жильных вод, а ниже зоны выветривания, по-видимому, и пластово-трещинных вод.

Характерным для этого гидрогеологического региона является весьма ограниченное распространение межпластовых вод отложений палеогена и широкое распространение преимущественно водоупорных четвертичных отложений со спорадически развитыми подземными водами.

В пределах рассматриваемой площади можно выделить два крупных водоносных комплекса [1, 9]. К первому водоносному комплексу отнесены водоносные кайнозойские отложения, ко второму — водоносные палеозойские отложения.

Воды первого водоносного комплекса приурочены к песчаным, песчано-галечниковым и галечниковым отложениям и залегают на глубине 0,2—60 м, реже 80 м, перекрываются они суглинками, глинами, реже супесями и песками, что в общем обуславливает межпластовый характер вод. Мощность водоносных горизонтов 4—25 м. При наличии водоупорной кровли межпластовые воды обладают напором порядка 0,1—33,0 м. Пьезометрическая поверхность напорных и зеркало безнапорных вод залегают на глубине 0,11—38 м. Водообильность водовмещающих отложений в зависимости от литологического состава их пестра, дебиты родников 0,005—0,4 л/сек, иногда достигают 0,6—0,8—2,0 л/сек, дебиты скважин 0,00001—1,0—2,5 л/сек при понижении уровня на 0,05—21,4 м. В большинстве случаев водоносные пласты, линзы и горизонты внутри первого водоносного комплекса тесно гидравлически связаны друг с другом, образуя единую гидродинамическую систему, единый водоносный комплекс.

Воды кайнозойских отложений двух-, трех-, реже четырехкомпонентные, преимущественно гидрокарбонатно-кальциевые, кальциево-магниевые; ультрапресные, пресные и с относительно повышенной минерализацией; преобладают пресные воды с минерализацией до 0,5 г/л.

Воды кайнозойских отложений используются для водоснабжения сельским населением посредством каптированных родников, копаных колодцев и одиночных немногочисленных скважин.

Подземные воды, приуроченные к региональной трещиноватости зоны выветривания, образуют сплошной водоносный горизонт в пределах всей площади второго водоносного комплекса, который является основным, рекомендуемым для водоснабжения.

В кровле трещинного водоносного комплекса залегают глинистые продукты коры выветривания, имеющей в общем покровный характер и являющейся прекрасным водупором. В долинах рек, обнажающих в ряде мест рассматриваемый водоносный комплекс, подземные воды палеозоя залегают на глубине до 20 м, реже на глубине 20—40 м. С повышением рельефа на междуречных пространствах глубина залегания подземных вод достигает 140 м.

Трещинно-жильные воды палеозоя почти повсеместно напорные. Пьезометрическая поверхность их располагается на глубине 0,5—49 м. Иногда в долинах рек пьезометрические уровни располагаются выше дневной поверхности, обуславливая появление восходящих источников и фонтанирование скважин. Величина напора составляет 0,5—96,6 м.

Водоносный комплекс вскрыт и эксплуатируется значительным количеством скважин. Водообильность комплекса различна, что объясняется различной степенью трещиноватости палеозойских пород, наличием зон тектонических нарушений. Расходы родников 0,01—0,5 л/сек, редко достигают 1 л/сек, а дебиты скважин — 0,11—9,72 л/сек при понижении уровня на 0,25—58,4 м, удельные дебиты скважин 0,004—2,71 л/сек и более. Столь резкая разница в удельных дебитах скважин объясняется тем, что рядом скважин, имеющих удельные дебиты около или более 1 л/сек, вероятно, вскрыты воды зон тектонических нарушений. В пределах окраинной части палеозойского обрамления установлена зона повышенной водообильности, пространственно совпадающая с региональной Коларово-Семилуженской зоной разлома. Удельные дебиты скважин, вскрывших эту зону, как правило, составляют 0,5 и более л/сек, тогда как в остальной части водоносного комплекса удельные дебиты скважин меньше 0,5 л/сек.

Воды палеозойских отложений гидрокарбонатные кальциевые, кальциево-магниевого, пресные с минерализацией до 0,8 г/л. Спорадически встречаются радоно-радиевые воды средней и слабой активности, рекомендуемые для бальнеологических целей.

Учитывая все вышеизложенное, трещинно-жильный водоносный комплекс отложений палеозоя можно считать хорошим источником водоснабжения, основным водоносным комплексом, рекомендуемым для водоснабжения сельских населенных пунктов и отдельных промышленных объектов.

Таким образом, в пределах рассматриваемой территории прослеживается отчетливо выраженная гидродинамическая и гидрохимическая зональность подземных вод. Воды кайнозойских отложений первых водоносных комплексов палеозойского обрамления и окраины артезианского бассейна циркулируют в зоне свободного водообмена, находящейся в сфере влияния эрозионного вреза местной гидрографической сети, интенсивного дренажа и воздействия современных климатических факторов. Трещинно-жильные воды Томского гидрогеологического массива и артезианские воды водоносного комплекса меловых отложений окраины артезианского бассейна циркулируют в зоне затрудненного водообмена, где значение эрозионного вреза уменьшается, дренаж затруднен. В обстановке весьма затрудненного водообмена, по-видимому, происходит циркуляция проблематично выделяемых трещинно-пластовых вод и вод зон тектонических нарушений ниже зоны развития региональной трещиноватости Томского гидрогеологического массива и трещинно-жильных вод палеозойского фундамента артезианского бассейна.

Томский гидрогеологический массив значительно приподнят над прилегающей периферической частью Западно-Сибирского артезианского бассейна, что обуславливает сток подземных вод в западном, северном и восточном направлениях. В этих же направлениях идет и цирку-

ляция подземных вод артезианского бассейна от краевых, наиболее приподнятых участков к центральным частям. Установлено местное направление движения подземных вод в сторону глубоковрезанных долин рек Оби, Томи, Чулыма, Яи и их крупных притоков, дренирующих бассейн и его палеозойское обрамление.

В зоне свободного и затрудненного водообмена палеозойского обрамления и в зоне свободного водообмена окраины артезианского бассейна, а также в верхней части зоны затрудненного водообмена Чулымского артезианского бассейна (в области питания и значительного опреснения) прослеживается одна гидрохимическая зона А — пресных кислородно-азотных гидрокарбонатных вод. В зоне затрудненного водообмена окраинной части Обского артезианского бассейна прослеживается зона Б — слабо и сильно солоноватых хлоридных подземных вод.
