УДК 556.33

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТУНГУССКОГО БАССЕЙНА

Е.С. Сидкина

Томский политехнический университет
Томский филиал Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН
E-mail: SidkinaES@yandex.ru

Рассмотрены гидрогеологические особенности территории юго-западной части Тунгусского бассейна (Красноярский край), включая описание основных водоносных комплексов, их водообильность, состав вод. Особое внимание уделено проблемам гидрогеологических условий районов с развитием многолетнемерзлых пород, наличием толщ солей, зон развития траппового магматизма. Приведены значения удельных дебитов для основных водоносных горизонтов.

Ключевые слова:
Подземные воды, водоносный комплекс, рассолы, водообильность, дебит скважины.

Key words:
Groundwater, aquifer, brines, water plenty, rating of well.

В связи с развитием нефтегазодобывающего производства в Красноярском крае особенно актуальными стали вопросы уточнения геологического строения региона и гидрогеологических условий Тунгусского бассейна. Подробное изучение гидрогеологических условий отдельных месторождений углеводородов поможет правильно разработать проект их эксплуатации.

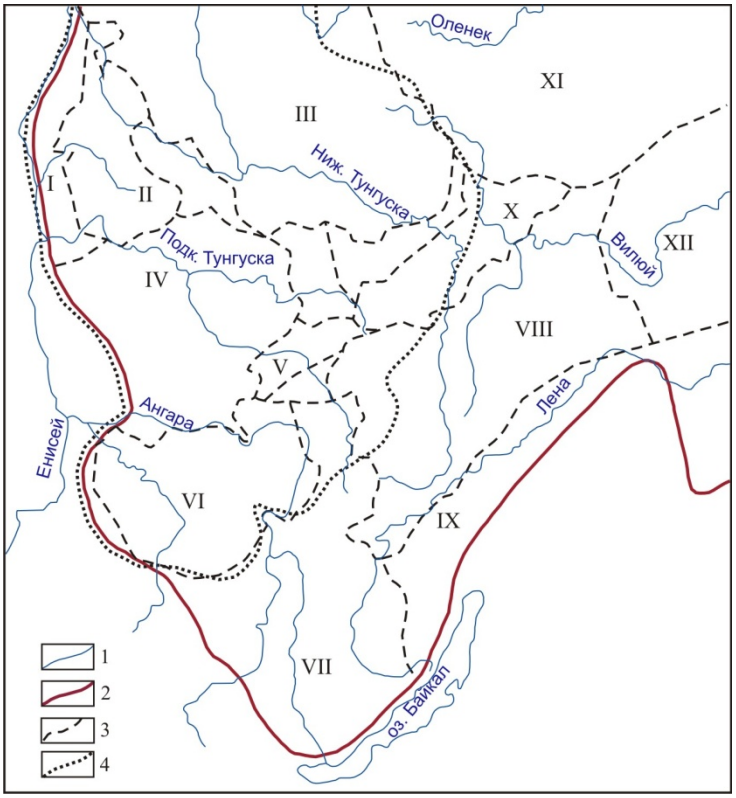
Рассматриваемая территория охватывает такие наиболее крупные тектонические структуры, как Байкитская антеклиза, Катангская мегаседловина, Бахтинско-Суринг даконская антеклиза, юго-западная часть Курейской синеклизы, а также Кондроминский наклонный мегапрогиб (рисунок).

Основы гидрогеологической стратификации Сибирской платформы разработаны Е.В. Пиннекером и развивались А.С. Анциферовым, А.А. Дзюбой, В.И. Вожовым, М.Б. Букаты и другими исследователями. В XVIII томе Гидрогеологии СССР коллектив авторов выделяет водоносные комплексы четвертичных, меловых, юрских, триасовых, пермских, каменноугольных, девонских, силурийских, ордовикских, средне-верхнекембрийских, нижнекембрийских, протерозойских отложений и кристаллических пород нижнего протерозоя и архея. В.И. Вожов выделяет шесть комплексов (мегарезервуаров) снизу вверх по разрезу: рифейский, вендский, верхневендско-нижнекембрийский, кембрийский, ордовикско-девонский, каменноугольно-нижнетриасовый. Каждый комплекс состоит из проницаемого и экранирующего горизонтов.

В предложенной М.Б. Букаты гидрогеологической стратификации весь разрез осадочного чехла подразделяется на три водоносные формации: надсолевую, соленосную и подсолевую. В основу такого расчленения положены два основных принципа: гидродинамической изоляции комплексов друг от друга и литологофациальной приуроченности, определяющие, наряду с термобарическими условиями, все особенности их гидрогеологии, в том числе и их гидрогеохимического различия. Не подчиняется литологическому контролю лишь граница между соленосной и надсолевой формациями, которая проводится в разновозрастных отложениях литвинцевской, реже ангарской, булайской, а иногда даже бельской свит на глубинах преимущественно до 1000...1200 м, где высокопроницаемые за счет соляного карста породы сменяются практически непроницаемой соленосной толщей. В качестве главного признака ее выделения выступает смена вод инфильтрационного генезиса водами преимущественно седиментационного происхождения [2]. Водоносные комплексы, входящие в состав **надсолевой гидрогеологической формации**, содержат пресные (реже соленые) воды.

Мощность элювиально-аллювиальных отложений *палеоген-неоген-четвертичного комплекса* не превышает 5...10 м. Эти отложения обладают неравномерной и в целом низкой водообильностью. В районах распространения многолетней мерзлоты они обводнены в теплое время года в пределах деятельного слоя. Надмерзлотные воды, разгружаясь в долинах рек и ручьев, вызывают заболачивание склонов. Воды безнапорные, пресные со смешанным катионным составом. При наличии глинистых прослоев могут иметь местный напор до 1...2 м. Питание и формирование ресурсов подземных вод площадное, что вместе с другими факторами определяет неудовлетворительную защищенность от поверхностного загрязнения, ввиду чего их использование для хозяйственного и питьевого водоснабжения нерационально.

Верхнепалеозойско-триасовый водоносный комплекс включает частично промороженные и обводненные вулканогенно-осадочные отложения нижнего триаса, содержащие воды пластово-трещинного и трещинного типа. Они обычно подразделяются на надмерзлотные, подмерзлотные и воды таликов. В процессе бурения на Собинской площади были получены высокие дебиты воды (до 2 л/с), в других областях дебиты значительно ниже. Воды преимущественно пресные с гидрокарбонатным кальциево-натриевым составом. Ниже залегают



1 – Реки;
Границы: 2 – Сибирской платформы;
3 – надпорядковых тектонических структур;
4 – наложенной Тунгусской синеклизы
Надпорядковые структуры:
I. Кондроминский наклонный мегапрогиб
II. Бахтинско-Суринградаконская антеклиза
III. Курейская синеклиза
IV. Байкитская антеклиза
V. Катангская седловина
VI. Присаяно-Енисейская синеклиза
VII. Ангаро-Ленская ступень
VIII. Непско-Ботуобинская гемиантеклиза
IX. Предпатомский региональный прогиб
X. Илимпейская структурная мегатерраса
XI. Анабарская антеклиза
XII. Вилюйская гемисинеклиза

Рисунок. *Размещение основных тектонических структур, на основе [1]*

вулканогенно-осадочная толща триаса, карбонатные и терригенные угленосные отложения пермского и каменноугольного возраста. Здесь содержатся пресные воды, гидрокарбонатного натриево-кальциево-магниевого и хлоридно-гидрокарбонатного кальциево-натриевого и кальциево-магниевого состава. Водоносные горизонты нижней части разреза пермских и каменноугольных отложений вблизи контакта с литвинцевской свитой часто становятся солоноватыми и солеными, приобретая сульфатно-хлоридный кальциево-натриевый и хлоридный натриевый состав. В пределах островов многолетней мерзлоты горизонт может быть полностью промороженным [2–4].

Эффузивный и интрузивный магматизм и сопутствующая ему активная гидротермальная деятельность интенсивно воздействовали на гидрогеодинамические системы, сложившиеся в седиментационный рифей-раннепалеозойский этап преимущественно морского осадконакопления и последующий за ним преобладающий по времени инфильтрационный этап континентального осадконакопления. Выделившиеся из базальтовой магмы вода и диоксид углерода воздействовали на разновозрастные терригенные и сульфатно-карбонатные отложения, образовав на контакте с лавами трещинные зоны – новые водоносные горизонты, которые с подстилающими водоносными отложениями палеозоя создали обновленную единую гидрогеодинамическую систему. Интрузивная магма, внедрившаяся сквозь осадочный чехол по зонам разрывов, заполнила наиболее проницаемые горизонты в разрезе палеозоя, образовав изолированные по латерали и вертикали блоки с системой водоносных горизонтов и водоупоров. Широко распространенные траппы с приуроченными к экзоконтактам трещинными зонами представляют собой самостоятельные водоносные резервуары зонального и локального уровней. Наиболее проницаемы верхняя и нижняя часть магматических пород и вмещающие отложения на некотором удалении; центральные части и экзоконтакты непроницаемы или малопроницаемы [5].

Среднепалеозойский водоносный комплекс представлен терригенными и сульфатно-карбонатными отложениями силура и девона. Перекрыт верхнесилурийско-девонским экранирующим комплексом, состоящим из глинистых сульфатоносных доломитов верхнего силура, мергелей и аргиллитов девона суммарной мощностью до 250 м. Дебит самоизливающихся скважин, как правило, не превышал 0,1 л/с. Распространены в основном пресные и солоноватые трещинно-карстово-пластовые воды, дающие многочисленные источники в долинах рек.

Ордовикский комплекс сложен карбонатно-терригенными породами (известняки, доломиты, алевролиты, песчаники, аргиллиты), содержащими пласты гипса и ангидрита. Комплекс содержит пресные и слабосолоноватые воды гидрокарбонатного и сульфатного составов. Во внутренних частях бассейна на глубинах более 1000 м содержатся слабые и крепкие рассолы хлоридного кальциево-

натриевого и натриево-кальциевого составов. Вскрытие этого комплекса скважинами сопровождается водопроявлениями различной интенсивности, достигающими десятков и первых сотен м^3/сут.

Надсолевой комплекс включает в себя эвенкийскую свиту верхне- и среднекембрийского возраста, представленную терригенно-сульфатно-карбонатными отложениями. В большинстве случаев они выполняют роль относительного водоупора. В них фиксируется несколько маломощных горизонтов песчаников, в которых отмечены высокие значения удельных дебитов (таблица). Они могут вмещать как пресные, так и соленые воды, а на участках разгрузки вод нижележащих горизонтов – рассолы хлоридного натриевого состава.

В пределах **соленосной формации** М.Б. Букаты выделяет усольский, бельский, булайский и ангаро-литвинцевский комплексы, представленные карбонатно-соленосными отложениями соответствующих свит. Они включают в различных частях территории 5–6 межсолевых поровых, каверно-поровых и слаботрещиноватых сульфатно-карбонатных и карбонатных водоносных горизонтов [4].

В разрезе соленосной формации выделены 10 проницаемых горизонтов (снизу вверх): осинский, моктаконский, нижнетунгусский, кочумдекский, подсолевой, сухотунгусский, поддельтулинский, дельтулинский, наддельтулинский и таначинский [6].

Ангарско-литвинцевский комплекс, представленный в основном карбонатными породами, содержит рассолы хлоридного кальциево-натриевого состава. По-видимому, с ними связаны соленые источники, вытекающие по зонам разломов как из отложений среднего и верхнего кембрия, так и из вышележащих толщ палеозойского и мезозойского возраста [3].

Булайский и бельский комплексы представлены трещиноватыми, реже каверзно-трещинными известняками и доломитами, обладающими неравномерной и в целом низкой пористостью, достигающей на отдельных площадях 5...10 %. Христофоровский (в нижней части бельской свиты) и атовский (в кровле среднебельской подсвиты) горизонты сложены переслаивающимися пластами известняков, доломитов и ангидритов мощностью 50...75 м. Невысокая региональная пористость при трещинной проницаемости значительно повышается в зонах концентрации разрывных нарушений, улучшающих коллекторские свойства горизонтов [5].

Осинский карбонатный межсолевой горизонт, относящийся к *усольскому комплексу*, представлен органогенными кавернозными известняками и доломитами, часто трещиноватыми и экранирующим карбонатно-галогенным комплексом [5].

Практически повсеместно в **подсолевой формации** содержатся в различной степени метаморфизованные крепкие, реже весьма крепкие хлоридные кальциево-натриевые и натриево-кальциевые рассолы.

Таблица. *Водообильность отложений юго-западной части Тунгусского бассейна*

Комплекс	Свита, горизонт	Индекс скважины	Удельный дебит, л/с
Верхнепалеозойско-триасовый	P-C	Дл-2в	0,3458
	T_1	Сб-34в	0,0812
	C-P	Сб-40в	1,6704
	P-C	Сб-44в	0,0031
	T	Сб-49в	0,0064
	P-C	Сб-50в	0,0002
Надсолевой	$Є_{2-3}$ ev	Км-201в	0,8352
	$Є_{2-3}$ ev	Км-203в	1,6704
	$Є_{2-3}$ ev	Км-205в	0,6960
	$Є_{2-3}$ ev	Км-206в	0,5568
	$Є_{2-3}$ ev	Км-208в	0,4176
	$Є_{2-3}$ ev	Км-211в	0,5568
	$Є_{2-3}$ ev	Км-213в	1,2528
	$Є_{2-3}$ ev	Км-217в	0,5568
	$Є_{2-3}$ ev	Км-221в	0,0290
	$Є_{2-3}$ ev	Км-305в	0,5568
	$Є_{2-3}$ ev	Тр-502в	0,1775
	$Є_{2-3}$ ev	Тр-504в	0,3647
	$Є_{2-3}$ ev	Юр-91в	1,3363
Усольский	$Є_1$ us (os)	Км-4	0,0021
	$Є_1$	Мкт-3	0,00005
Терригенный	V mt1	Кт-261	0,0002
	V mt1	Кт-261	0,0002
	V vn	Сб-36	0,0002
Рифейский	R vng, rsl, jk	Км-10	0,0001
	R	Тр-505	0,0044

Венд-нижнекембрийский карбонатный комплекс – включает отложения катангской, собинской и тэтэрской свит, горизонты которых относятся к трещинно-поровому типу и сложены известняками и доломитами мощностью до 200...300 м. От нижележащих горизонтов он изолирован сульфатно-карбонатными и глинистыми породами средней части оскобинской свиты. Верхним водоупором на юге являются подосинские соли. В северных районах горизонты комплекса, вероятно, гидравлически связаны с вышележащими, отделяясь от них локальными водоупорами глинистых доломитов и мергелей [2].

Слабопроницаемый *терригенно-сульфатно-карбонатный комплекс* объединяет трещинно-поровые горизонты доломитов и глинистых доломитов оскобинской и тирской свит венда и их литологических аналогов. Локальные резервуары приурочены к пластам песчаников. Процесс бурения скважин на Куюмбинской, Оморинской и некоторых других площадях сопровождался газопроявлениями.

Терригенный комплекс составляют вендские отложения, залегающие на рифейских толщах. Составлен он в основном терригенными породами Ванаварской свиты, фиксируются также карбонатные и песчаные коллекторы [2]. Обособление терригенного резервуара от рифейского обусловлено резкими различиями условий залегания, типа и литологии коллекторских горизонтов, а следовательно, различием условий фильтрации, геохимии вод и строения возможных месторождений промышленных рассолов и залежей углеводородов в этих комплексах, хотя их гидродинамическое обособление в подавляющем большинстве случаев проблематично. Дебиты воды при откачке из ванаварской свиты достигают десятые доли литра в секунду, а на Оморинской, Ванаварской, Джелиндуконской, Пайгинской площадях превышают 1 л/с.

Рифейский комплекс включает несколько порово-трещинных горизонтов. Проницаемые толщи комплекса составлены песчаниками и карбонатами различной мощности. В Байкитской нефтегазоносной области фиксируются карбонатные коллекторы каверно-трещинного типа, в которых открыты массивные нефтегазовые залежи на Юрубченском, Терском, Усть-Куюмбинском и Среднекуюмбинском месторождениях.

Водообильность отложений различна. Даже в пределах одного комплекса значения удельных дебитов скважин могут колебаться от сотых и даже тысячных долей до целых л/с. Такая обстановка наблюдается в пределах Верхне-палеозойско-триасового комплекса. Разброс дебитов можно объяснить неравномерной промороженностью и угленосностью отложений каменноугольного, пермского и триасового возраста. Наибольшей водообильностью отличаются верхне-среднекембрийские отложения эвенкийской свиты, где в пределах Куюмбинской площади получены дебиты, достигающие десятых долей, а в некоторых скважинах даже более 1 л/с. Следует отметить, что изученность территории весьма неоднородна, и судить о водообильности отложений надсолевого комплекса можно только по данным, полученным на трех площадях – Куюмбинской, Юрубченской и Терской. Можно предположить, что высокие дебиты были получены из прослоев песчаников, а более низкие (например, скважина Км-221 в, где значение удельного дебита составляет всего 0,029 л/с) получены из терригенно-сульфатно-карбонатных отложений. Самые низкие дебиты были получены при опробовании водоносных горизонтов соленосной и подсолевой формаций, что связано с нахождением их в зоне замедленного водообмена.

Выводы

Показано, что юго-западная часть Тунгусского бассейна представляет собой сложную гидрогеологическую структуру с большим количеством водоносных горизонтов и комплексов, в которых содержатся пресные, соленые воды и рассолы различного состава. Для подземных вод характерны зоны аномальных пластовых давлений, возникающих под воздействием периодических тектонических напряжений, а также в результате проявления пермо-триасового траппового магматизма.

Особенностями региона являются: широкое распространение многолетнемерзлых пород, наличие в разрезе мощных толщ солей, фациально-литологическая изменчивость отложений. Наиболее водообильны отложения верхней части разреза, включающей надсолевую формацию. Наименьшие дебиты получены из глубоких частей разреза – соленосной и подсолевой формаций. Многие горизонты даже на хорошо разбуренных площадях до настоящего времени слабо изучены. В ходе поисково-разведочных работ на нефть и газ в данном регионе производится уточнение гидрогеологического строения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конторович А.Э., Беляев С.Ю., Конторович А.А., Красавчиков В.О., Мандельбаум М.М., Моисеев С.А., Сафронов А.Ф., Ситников В.С., Хоменко А.В. Тектоника венд-силурийского структурного яруса осадочного чехла Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции (Сибирская платформа) // Геология и геофизика. – 2004. – Т. 45. – № 1. – С. 100–109.
2. Букаты М.Б. Гидрогеологическое строение западной части Сибирской платформы // Геология и геофизика. – 2009. – № 11. – С. 1201–1217.
3. Гидрогеология СССР. Т. XVIII. Красноярский край и Тувинская АССР. Коллектив авторов. Красноярское геологическое управление / Ред. И.К. Зайцев. – М.: Недра, 1972. – 479 с.
4. Букаты М.Б. Геология и геохимия подземных рассолов западной части Сибирской платформы: автореф. дис. ... докт. геол.-минерал. наук / ТФ ИНГГ, ТПУ. – Томск, 1999. – 42 с.
5. Вожов В.И. Подземные воды и гидроминеральное сырье Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2006. – 209 с.
6. Мельников Н.В., Егорова Л.И., Килина Л.И., Кудрина Т.Р., Кринин В.А., Распутин С.Н. Стратиграфия кембрия Бахтинского мегавыступа // Геология и геофизика. – 1989. – № 3. – С. 9–21.

Поступила 27.01.2011 г.