

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ ГЕОТЕРМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ (на примере Шугуровской и Куак-Башской площадей Ромашкинского месторождения)

В работе приведены характеристики водоносных горизонтов пермских отложений. Описаны результаты исследования Шугуровской и Куак-Башской площадей Ромашкинского месторождения геотермическими методами. Также показано, что геотермические методы в комплексе с другими методами могут быть использованы при планировании мероприятий по охране недр.

Ключевые слова: геотермия, водоносный горизонт, гидрогеологические характеристики, пермские отложения.

Введение

Важным элементом топливно-энергетического комплекса страны является нефтегазодобывающая промышленность. Составной частью прогноза нефтегазоносности являются данные о гидрогеологических показателях. Их правильный учет позволяет сокращать время и экономить материальные ресурсы как при освоении новых, так и при доразведке старых нефтегазоносных областей. Так, например, подземные воды несут информацию о перемещении нефти и газа. Гидрогеологическая информация необходима также при планировании мероприятий по охране недр и использовании глубинных подземных вод в народном хозяйстве.

Воды пермских отложений

На юго-востоке Татарстана смыты все отложения вплоть до пермских. Отложения пермской системы включают два отдела: нижнепермский P_1 с ярусами ассельским, сакмарским, артинским и кунгурским и верхнепермский P_2 с уфимским, казанским и татарским. Водоносные горизонты Республики Татарстан, приуроченные к пермским отложениям, изучали сотрудники треста «Татнефтегазразведка», Казанского государственного университета и многие другие научные и производственные организации. По их данным в нижнепермских отложениях четко устанавливается наличие двух водоносных горизонтов, из которых нижний приурочен к подошвенной части сакмарского яруса, а верхний – к его верхней части.

Верхнепермские водоносные горизонты залегают выше уровня вреза речных долин и образуют многочисленные родники, как показано на рис. 1. Запасы подземных вод данного комплекса пополняются атмосферными осадками через проницаемые приповерхностные отложения, а также артезианскими водами с глубины по некачественно зацементированным скважинам.

Водоносный горизонт, приуроченный к песчано-глинистым отложениям уфимской свиты, характеризуется незначительным дебитом источников. Наибольшая водообильность характеризует эти отложения в тектонически приподнятых участках. Уфимский ярус развит в восточной половине Татарстана. В целом в большинстве районов воды напорные (Подземные воды Татарии, 1987). Химический состав от пресных в поднятиях до содовых и сероводородных в районах развития битумов (пос. Шугурово).

Казанский ярус имеет массу обильных источников,

особенно на западе и в центре РТ. Состав разнообразен: на юго-западе соленые, в остальном пресные гидрокарбонатно-кальциевые. Наличие в верхней части яруса проницаемых известняков и песчаников, а в нижней части водоупорных глин, благоприятно для накопления подземных вод за счет местного питания. Глины, имеющие мощность до 20 м, служат основным водоупором для вод казанского яруса на большей части территории республики.

Известны водоносные горизонты в песчаниках татарского яруса. Татарский ярус безнапорный, дает много гидрокарбонатных кальциевых, или магниевых натриевых источников по склонам речных долин. Воды татарского яруса достаточно широко используются для водоснабжения.

Все водоносные горизонты пермских отложений отделяются друг от друга глинистыми водоупорами, более или менее выдержанными по простиранию. На отдельных участках эти водоупоры нарушены, вследствие чего нижнепермские сероводородные воды поднимаются на поверхность и образуют родники. Так в результате размыва глинистых водоупорных образований пермских отложений в районе села Шугурово поверхностные воды проникают до глубины 800-900 м.

Воды пермских отложений характеризуются невысокой минерализацией (до 1 г/л) (Богомолов и др., 1967).

Толща осадочных пород неоднородна по составу. Сюда относятся известняки, гипсы, песчаники, глины и т.д. Самыми древними вблизи земной поверхности являются породы верхнего отдела пермской системы. Татарский ярус состоит из разноцветных слоев глин, мергелей, песчаников, известняков. Слои казанского яруса - известняки, доломиты и песчаники сероватых тонов. Уфимский ярус выделяется красноватыми, серыми и зеленоватыми пластами глин, песчаников и известняков.

Методы определения гидрогеологических характеристик

В каждой работе, так или иначе связанной с проблемами геотермии, подчеркивается, что в верхних частях литосферы движение флюидов является одним из наиболее активных факторов, влияющих на температурное поле (например, Фролов, 1976; Синявский, 1975; Непримеров и др., 1983; Христофорова и др., 2008 и др.).

Два вида движения флюидов в земной коре наиболее тесно связаны с тепловым режимом недр. Это гидродина-

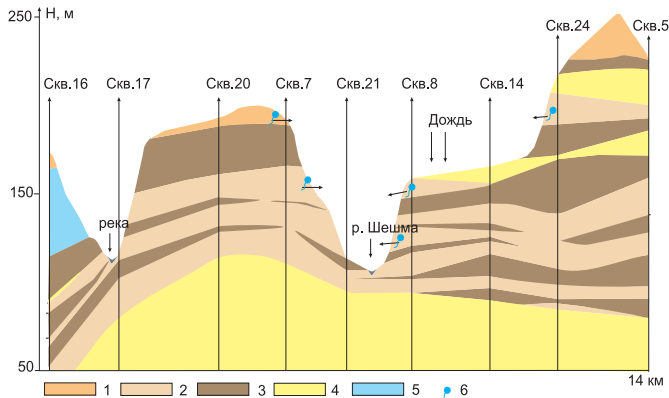


Рис. 1. Геологический профиль пермских отложений по структурным скважинам. 1 – суглинок, 2 – песчаники, 3 – глины, 4 – известняки, 5 – мергели, 6 – родник.

мическая фильтрация подземных вод под действием градиента давлений и термодиффузия под действием градиента температур. Природа их связи с тепловым полем различна – если в первом случае фильтрационные воды обуславливают появление конвективной составляющей теплового потока и связанные с этим движения ее вариации по вертикали и горизонтали, то во втором случае сама горизонтальная составляющая теплового потока является причиной миграционного движения флюидов. Поэтому неоднородные тепловые поля, динамика подземных вод и распределение областей концентрации определенных веществ являются взаимозависимыми и взаимоопределяемыми.

Исследование водоносных горизонтов с помощью высокоточного термокаротажа дает возможность получить определенную гидрогеотермическую и гидрогеологическую информацию. На ее основе осуществляется ряд профилактических мероприятий. Таких, как изучение природных факторов защищенности подземных вод (наличие в разрезе слабопроницаемых отложений, их мощности, литологии, фильтрационных параметров); выявление и учет

потенциальных источников загрязнений: выбор местоположений объектов, при котором их отрицательное воздействие будет минимальным и другие.

Геотермические параметры (термоградиент, конвективный и глубинный тепловой поток и др.) являются основой для получения следующей информации гидрогеологического характера, которая имеет большое значение при поиске, разведке и разработке месторождений углеводородов (Христофорова, 2002).

1) Зоны питания и разгрузки подземных вод. Устанавливаются двумя методами: по вогнутости-выпуклости геотерм и по конвективному тепловому потоку в вышележащем малопроницаемом пласте – прогретость его свидетельствует о разгрузке подземных вод в нижележащей проницаемой толще, охлаждение – о нисходящем движении.

2) Степень гидрогеологической раскрытости-закрытости недр. Будем обозначать СГРП и СГЗП. Понятие СГРП и СГЗП в гидрогеологии используется, как качественная характеристика. Количественно определяется по величинам конвективного и глубинного тепловых потоков $q_{кв}$ и $q_{гл}$. Так, $СГРП = (q_{кв} / q_{гл}) \cdot 100\%$, соответственно $СГЗП = 100\% - СГРП$. Здесь принято условно, что полностью закрытыми являются пласты с минимальными значениями $q_{кв} = 0$, а полностью раскрытыми являются пласты у которых $q_{кв} = q_{гл}$.

3) Направления движения и скорости фильтрации подземных вод. Экспериментально установлено, что при наклонной фильтрации в тепловое поле вносится эффект на 2-3 порядка меньший, чем при вертикальной фильтрации с такой же скоростью (сантиметры в год). При тех углах наклона горизонтов, что встречаются в Урало-Поволжье, он пренебрежимо мал.

4) Зоны с разным типом водообмена. Геотермический метод позволяет определить глубину проникновения инфильтрационных вод, отделяющую предположительную зону с активным типом водообмена от зоны с замедленным. Соответственно выделяются стратиграфические толщи, нарушенные вертикальной фильтрацией и неравномерность фильтрации вод, определяются региональные и местные водоупоры.

5) Участки с локальными аномалиями гидрогеологической природы, обусловленными латеральным движением вод.

Результаты анализа термограмм

Согласно изложенным методам определены гидрогеологические характеристики Шугуровской и Куак-Башской площади Ромашкинского месторождения.

Анализ геотерм показывает, что верхняя часть осадочной толщи P_2 нарушена инфильтрацией поверхностных вод даже в областях региональной разгрузки. Это хорошо видно на гидрогеотермическом профиле рис. 2 и на рис. 3. Верхнепермские отложения промываются атмосферными водами (Рис. 1).

В случае инфильтрации, т.е. движе-

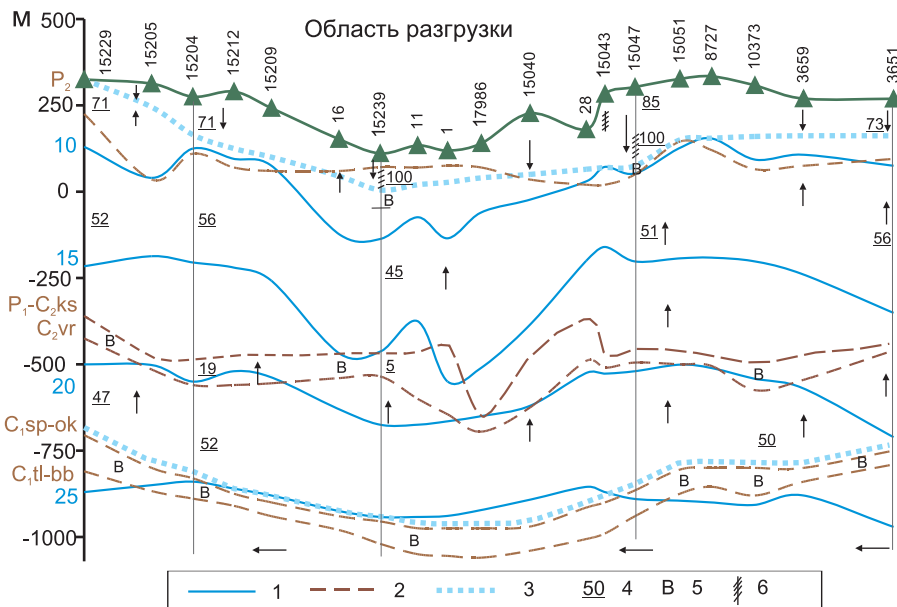


Рис. 2. Схематический гидрогеотермический профиль через Шугуровскую и Куак-Башскую площади. Масштаб 1:100000. 1 – изотермы, °С; 2 – границы отложений; 3 – границы зон активного и замедленного водообмена; 4 – степень гидрогеологической раскрытости, %; 5 – водоупор; 6 – высокопроницаемые толщи. Стрелками показано направление фильтрации.

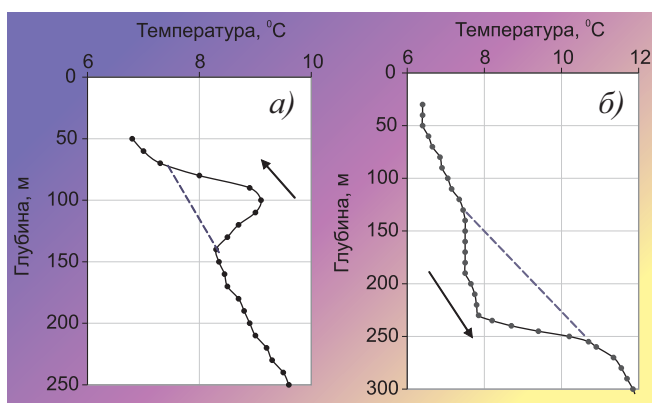


Рис. 3. Термограммы скважин: а) № 16 Шугурово, б) № 15047 Шугурово. Стрелками показано направление фильтрации воды.

ния вод сверху вниз, распределение температуры с глубиной имеет вогнутый характер. Фильтрационное движение снизу вверх фиксируется на геотермограммах участками, выпуклыми в отношении оси глубин. Разумеется, из рассмотрения должны быть исключены случаи (на основе анализа конвективного теплового потока), когда нелинейный характер геотермы отражает лишь изменение литологического состава. На рис. 3 приведены термограммы, иллюстрирующие эту закономерность.

Таким образом, совместный анализ значений конвективного теплового потока и формы геотерм позволяет точно выделить зоны питания и разгрузки подземных вод и установить локальные и региональные направления движения вод от областей нисходящей фильтрации к областям восходящего движения.

В региональном плане участки повышенной трещиноватости и разломной тектоники должны быть приурочены к зонам аномально высоких температур. Температурные максимумы разделяют участки пониженных температур,

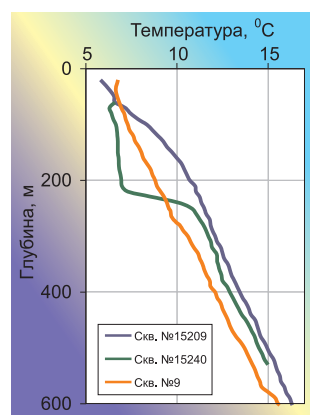


Рис. 4. Различный характер термограмм при наличии сверху непроницаемых (скв. №15209, Шугурово), слабопроницаемых (скв. №9, Шугурово) и проницаемых (скв. №15240, Шугурово) отложений.

которые зачастую приурочены к долинам рек. На рис. 2 представлен гидрогеотермический профиль через долину реки Шешма (село Шугурово). На нем хорошо прослеживаются отмеченные закономерности – «падение» изотерм в долине реки Шешма, резкое их поднятие в районе Куак-Баша и Шугурово, т.е. на участках повышенной трещиноватости и разломной тектоники.

В изменении степени гидрогеологической раскрытости пласта по площади определяющую роль играет структурно-тектонический фактор – своды и поднятия характеризуются высокими значениями степени гидрогеологической раскрытости пласта, а впадины и прогибы низкими. Этот вывод прекрасно согласуется с нашими данными (Рис. 2). На большей части геотермограмм в верхней зоне фиксируются слабо-проницаемые отложения с СГРП > 30 %. Естественно, такие отложения в какой-то сте-

пени предохраняют попадание загрязненных веществ с поверхности в водоносные пласты. Однако, часть термограмм показывает, что в ряде районов сверху залегают хорошо проницаемые отложения с СГРП > 90 % до определенных глубин. В этом случае мы можем наблюдать загрязнение водоносного пласта, а если районы загрязнения и выхода пласта на поверхность расположены достаточно близко друг от друга, то и загрязнение родников, колодцев и других водоносных точек. Поэтому, для расположения объектов потенциальных загрязнителей среды должны быть выбраны районы с минимальной величиной СГРП с поверхности и вглубь.

Как видно из рис. 2, граница, разделяющая зоны активного и замедленного водообмена, сильно варьирует по площади в зависимости от литологии коллекторских свойств пород, залегающих сверху. Особенно это хорошо видно по Шугуровской и Куак-Башской площадям, рис. 4. Водоупором является тульско-бобриковский горизонт. Верейские глины надежным водоупором здесь не являются, они проницаемы для инфильтрующихся вод.

Таким образом, геотермические методы в комплексе с другими методами также могут быть использованы для контроля над процессами, приводящими к загрязнению окружающей среды.

Литература

- Богомолов Г.В., Герасимов В.Г. и др. Гидрогеология Волго-Уральской нефтегазоносной области. М.: Недра. 1967. 424
- Непримеров Н.Н., Ходырева Э.Я., Елисеева Н.Н. Геотермия областей нефтегазоаккумуляции. Казань. Изд-во Казанского университета. 1983. 138.
- Христофорова Н.Н., Христофоров А.В., Бергеманн М.А. Анализ геотермических карт и перспективы нефтегазоносности глубинных отложений (на примере Республики Татарстан). *Георесурсы*. №3(26). 2008. 10-12.
- Христофорова Н.Н. Тепловой режим литосферы в зонах нефтегазоаккумуляции на примере Волго-Уральского и Предкавказского регионов. *Автореф. дис. на соискание ученой степени д.г.-м.н.* Казань: Изд-во Каз. Унив. 2002. 34.
- Синявский Е.И. Роль подземных вод в формировании геотемпературного поля Татарского свода. *Научно-техн. совещание по геотермическим методам исследований в гидрогеологии. Тез. докл.* Москва. 1975. 61-62.
- Фролов Н.М. Гидрогеотермия. М.: Недра. 1976. 280.
- Подземные воды Татарии. Под ред. Королева М.Е. Казань. Изд-во Казанского государственного университета. 1987. 192.

I.S. Abrosimova. Research of water-bearing horizons by geothermal methods.

In this paper water-bearing horizons characteristics of Permian sediments are presented. Shugurovsky and Kuak-Bashsky areas of the Romashkinsky deposit are investigated by geothermal methods. Also it is shown that geothermal methods in a complex with other methods can be used at environmental planning.

Keywords: geothermy, water-bearing horizon, hydrogeological characteristics, Permian sediments.

Ирина Семёновна Абросимова

Аспирант физического факультета Казанского государственного университета. Научные интересы: геотермия, гидрогеология, физика Земли.

Физический факультет КГУ. 420008, Россия, Казань, ул. Кремлевская, д.18. Тел.: (843)292-44-54.

