

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЗА ОБВОДНЕНИЕМ ГАЗОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ И СКВАЖИН

Серебряков Андрей Олегович, старший преподаватель, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: geologi2007@yandex.ru

Присутствие и движение воды в газоносных пластах имеет большое значение для разведки, разработки и эксплуатации газовых месторождений, а также для подготовки газа к транспорту. При разведке и подсчете запасов главное внимание уделяется начальным статическим условиям водоносности (выделению газонасыщенных и водонасыщенных пластов, коэффициенту водонасыщенности газоносных коллекторов и т.д.), а при разработке и эксплуатации – вопросам динамики (продвижению контурных и подошвенных вод, поступлению воды к забоям скважин, удалению воды из скважин, сепарации воды в промышленных сооружениях). Очень важно с достаточной степенью точности прогнозировать изменение всех этих показателей в процессе эксплуатации, так как они входят в число важнейших исходных данных для составления проекта разработки, определяют возможность оптимального проектирования всех промышленных сооружений, бесперебойной, рентабельной работы промысла и непосредственно влияют на коэффициент извлечения газа.

Ключевые слова: залежь, нефть, газ, месторождение, контроль, разработка, скважина, коллектор, эксплуатация

HYDROGEOLOGICAL CONTROL OF FLOOD OF GAS DEPOSITS AND WELLS

Serebryakov Andrey O., Senior Lecturer, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: geologi2007@yandex.ru

Presence and the movement of water at gas-bearing layers are of great importance for investigation, development and operation of gas fields and also for preparation of gas for transport. At investigation and calculation of stocks the main attention is paid to entry static conditions of a vodonosnost (release of gas-saturated and water-saturated layers, coefficient of water saturation of gas-bearing collectors, etc.), and during the developing and operation - to questions of dynamics (to advance of edge and plantar waters, water inflow to faces of wells, removal of water from wells, separation of water in trade constructions). Very important with sufficient degree of accuracy to predict change of all these indicators in use as they are among the major basic data for drawing up the project of development, define a possibility of optimum design of all trade constructions, trouble-free, profitable operation of trade and directly influence gas extraction coefficient.

Keywords: deposit, oil, gas, field, control, development, well, collector, espluatation

При разведке обычно трудно или невозможно получить непосредственные данные для прогнозирования поведения воды в процессе эксплуатации. В это время приходится основываться на общих геологических и гидрогеологических сведениях по району, использовать теоретические соображения и метод аналогий.

Для крупных газовых залежей с давлением менее 100 кгс / см² характерно относительно медленное продвижение контурных вод, т.е. режим, близкий к газовому (Северо-Ставропольское месторождение). Мелкие газовые залежи с высоким давлением (100–200 кгс / см² и более), приуроченные к коллекторам высокой и средней проницаемости (многие месторождения Саратовской области), имеют водонапорный режим.

В газоносных горизонтах с переслаиванием выдержанных песчаных и глинистых пластов следует ожидать избирательного продвижения воды по отдельным пропласткам (месторождения нижнего мела Краснодарского края). Для прослойно-линзовидных газоносных горизонтов, широко развитых в неогене Предкарпатья, характерен газовый режим, несмотря на малые запасы и высокое начальное давление.

Для залежей в карбонатных массивах часто характерно локальное интенсивное обводнение по трещинам (Коробковское месторождение). В ряде районов достаточно устанавливается, что все или большинство залежей, приуроченных к одному стратиграфическому горизонту (характеризующемуся определенными коллекторскими свойствами), имеют газовый режим, тогда как залежи других горизонтов – водонапорный режим. На месторождениях с высокой пластовой температурой будет наблюдаться вынос большого количества конденсационной воды. При низкой температуре в пластах и скважинах могут быть твердые гидраты газов.

Все соответствующие геологические и гидрогеологические данные и аналогии следует широко использовать при составлении проектов опытно-промышленной эксплуатации и разработки газовых месторождений. Конечно, теоретические соображения и аналогии не во всех случаях могут дать материал для уверенного и точного расчета продвижения пластовых вод и водного режима эксплуатационных скважин, тем более для определения локальных очагов обводнения.

Правильное определение условий продвижения и выноса воды позволит провести своевременные мероприятия по предотвращению возможных осложнений, обеспечить длительную рентабельную работу эксплуатационных скважин и всех промысловых сооружений. Поэтому тщательное изучение динамики и условий обводнения пластов и скважин в процессе эксплуатации является обязательным требованием.

Такое изучение возможно только при обеспечении рациональной системы контроля, освещающей работу всего месторождения и промысловых сооружений. Система контроля должна быть предусмотрена в проекте или разработке, включать систему скважин (эксплуатационных, наблюдательных, пьезометрических), объём, сроки и порядок проведения исследований, учитывать технические возможности и постоянное изменение состояния месторождений и промысла.

До начала эксплуатации следует с максимальной точностью определить первоначальные параметры месторождения и скважин – особенно начальные пластовые давления газа, пьезометрические напоры и газонасыщенность вод, коротажные характеристики газоносных горизонтов и вмещающих пород, а также все данные о техническом состоянии скважин. Эти начальные данные (фоновые характеристики), многие из которых не могут быть ничем заменены после начала эксплуатации, необходимы для сопоставления с текущим состоянием месторождения.

В настоящее время на крупных месторождениях, где имеются десятки и сотни скважин, непрерывное комплексное изучение всех скважин невозможно. Поэтому очень важно разработать такую программу и порядок исследований, которые при относительно малом объеме работ на скважинах все же давали бы сведения, необходимые для полноценного наблюдения за работой месторождения, и определения таких важных моментов, как подтягивание языка или конуса воды; образование жидкостной, песчаной или соляной пробки в скважине; заколонные перетоки воды или газа; прекращение притока газа из какого-либо пласта в сложном эксплуатационном объекте и т.д.

На конечной стадии разработки большинства месторождений, даже работающих на газовом режиме, вода существенно осложняет работу всех скважин и для обеспечения отбора газа приходится осуществлять комплекс различных мероприятий. В это время контроль за обводнением приобретает особое значение и должен проводиться особенно тщательно, так как иначе скважины могут выйти из строя и коэффициент извлечения газа существенно уменьшится.

Гидрогеологический контроль на месторождениях различных типов должен осуществляться совершенно различно по объему и комплексу необходимых наблюдений. Есть месторождения, где вода почти не осложняет их эксплуатацию (залежи низкого давления и температуры, а также работающие при газовом режиме). Здесь может наблюдаться только небольшое поступление конденсационной воды (Елшанское и другие сходные месторождения Саратовской и Волгоградской областей, месторождений Верхне-Ижемского района и др.).

Идеальными условиями эксплуатации при полном отсутствии продвижения краевых и подошвенных вод характеризуются газовые месторождения Башкирии и Оренбургской области (Канчуринское, Совхозное), приуроченные к рифовым массивам и отделенные от подошвенных вод зоной окисленной нефти.

Весьма своеобразны условия эксплуатации прослойно-линзовидных газовых скоплений, которые широко развиты в неогене Предкарпатья. Эти скопления, приуроченные к тонко переслаивающимся песчано-глинистым горизонтам общей мощностью до 200 м, состоят из множества литологически разобценных микрозалежей. Распределение газа и воды в продуктивной толще весьма прихотливо.

Наряду с газонасыщенными линзами встречаются водоносные линзы и прослои, а также прослой с нормальным газовойдным контактом (ГВК). В целом такое скопление характеризуется газовым режимом, но тонкие водоносные прослои могут давать притоки воды. Водоносные прослои и линзы могут залежать в любой части горизонта.

Поэтому скопления при вскрытии большой мощности, наряду с газом, могут давать более или менее значительные притоки воды. При обеспечении удаления воды такие скважины бу-

дут работать с почти постоянным притоком воды многие годы. Обводнение газоносной свиты не происходит.

Малая мощность газоносных и водоносных прослоев обычно не позволяет выделять их электрическим и радиоактивным коротажем. Опыт эксплуатации прослойно-линзовидных скоплений показывает, что они не требуют контроля за обводнением. Необходимо только удаление воды из скважин. Однако при увеличении песчаности прослойно-линзовидные горизонты переходят в массивно-пластовые или пластовые залежи. На этих участках может наблюдаться вторжение воды, которое требует соответствующего изучения и контроля.

Залежи с интенсивным проявлением водонапорного режима, если они приурочены к однородным пластам и имеют большую высоту, эксплуатируются без всяких осложнений и с высокой газоотдачей – 95–98 %. Вода поднимается постепенно, сплошным фронтом. Нижние интервалы и отдельные скважины обводняются, но сводовые скважины продолжают работать без воды.

Весьма трудными для обеспечения оптимальных условий разработки с позиций обводнения являются многозалежные месторождения, содержащие нормальные пластовые и многопластовые залежи, типа развитых в нижнем мелу Краснодарского края. Отдельные газоносные пласты и пропластки, число которых составляет многие десятки, имеют различную характеристику по мощности, пористости, проницаемости, площади газоносности и, что самое главное, часто отделены друг от друга выдержанными глинистыми флюидоупорами.

В связи с этим многие пропласты и пропластки представляют обособленные газоносные горизонты, в которых движения газа и воды и снижение текущего давления происходит резко различно. Это создает условия для интенсивного избирательного обводнения.

Изучение водоносности и контроль за обводнением залежей в карбонатных отложениях имеют существенные особенности. Они связаны прежде всего с тем, что в карбонатах чаще всего ГВК не определяется методами каротажа, который обычно является одним из важнейших методов контроля.

В известняках часто интенсивно развивается трещиноватость, а по трещинам, особенно если они сопровождаются карстовыми явлениями, продвижение воды может происходить на большие расстояния и весьма интенсивно. Поэтому могут образовываться неожиданные локальные зоны обводнения. Определение путей продвижения воды в карбонатных массивах производится по непосредственному изучению поступления воды в отдельные скважины.

Иногда прогнозирование движения воды можно осуществлять на основе выявления зон повышенной трещиноватости, в частности связанных с разломами или другими факторами. Для этого можно использовать сейсмические и общие геологические данные.

Для карбонатных массивов большое значение имеет высота и строение массива. Многие рифовые массивы имеют высокую пористость (закарстованность) в своих верхних частях и низкую – у основания массива. В этих случаях активность подошвенных вод будет мала или незаметна.

Для залежей большого объема и высоты возможные масштабы поступления воды можно рассчитать по региональным гидрогеологическим данным, зная геометрию, емкостные характеристики, проницаемость и пьезопроводность водоносного бассейна, к которому приурочено месторождение. Такие расчеты обычно дают завышенные объемы внедрения воды, так как в них не учитываются литологические и тектонические барьеры, расположенные за пределами месторождения и изменение газовой проницаемости в заводненной зоне.

Самыми сложными для контроля и прогнозирования поведения воды являются месторождения, в которых присутствуют газогидраты углеводородных газов. Условия гидратообразования газов хорошо изучены по лабораторным экспериментам. Однако фактические условия совместного нахождения воды, свободного газа и гидратов в газоносных породах, методы их изучения и эксплуатации оказались значительно сложнее, чем это представлялось первоначально.

Интенсивное поступление воды в скважины начинается только после значительного снижения пластового давления в газоносных прослоях и может наблюдаться в любой части скопления, где снижение давления достигло соответствующего значения. Увеличение поступления воды происходит постепенно и полного обводнения скважины при этом не должно быть.

Рассмотрена в основном характеристика месторождений с точки зрения поступления воды в газовые залежи из объемов пород, контактирующих с газонасыщенными коллекторами. Однако сами газонасыщенные коллекторы содержат воду в различной форме, которая при известных условиях может стать подвижной и поступать в скважину. Количество таких вод может быть зна-

чительным, и они при определенных условиях могут серьезно нарушать работу скважин и промысловых сооружений.

Причем поступление некоторых типов вод по мере эксплуатации уменьшается, тогда как приток или минерализация других типов может существенно возрасти. Промысловые работники должны не только уметь различать типы вод, поступающих в скважины, но и прогнозировать изменение их количества (водный фактор) и качества. Из приведенных данных видно, что значение, задачи и методы гидрогеологического контроля весьма разнообразны.

Список литературы

1. Гаттенбергер Ю. П. Гидрогеология и гидродинамика подземных вод / Ю. П. Гаттенбергер. – Москва : Недра, 1971. – 184 с.
2. Карцев А. А. Гидрогеология нефтяных и газовых месторождений / А. А. Карцев. – 2-е изд. – Москва : Недра, 1972. – 280 с.
3. Корценштейн В. Н. Методика гидрогеологических исследований нефтегазоносных районов / В. Н. Корценштейн. – 2-е изд. – Москва : Гостоптехиздат, 1963. – 309 с.
4. Серебряков Анд. О. Задачи гидрогеологического контроля продвижения вод в залежах нефти и газа / Анд. О. Серебряков, Д. А. Бычкова // Природно-ресурсный потенциал Прикаспия и сопредельных территорий: проблемы его рационального использования : мат-лы V регион. заоч. студен. науч.-практ. конф. (25–27 апреля 2018 г.) / редкол. : В. А. Эвиев и др. – Элиста : Калмыцкий государственный университет, 2018. – С. 17–19.
5. Серебряков О. И. Гидрогеологический механизм обводнения газоконденсатных месторождений / О. И. Серебряков // Геология, география и глобальная энергия. – 2016. – № 1 (60). – С. 14–20.
6. Серебряков О. И. Эксплуатация морских месторождений : монография / О. И. Серебряков, Анд. О. Серебряков, Г. И. Журавлев, А. Г. Журавлев. – Санкт-Петербург : Лань, 2018. – 212 с.

References

1. Gattenberger Yu. P. *Gidrogeologiya i gidrodinamika podzemnykh vod* [Hydrogeology and hydrodynamics engineer of underground waters], Moscow, Nedra Publ., 1971. 184 p.
2. Kartsev A. A. *Gidrogeologiya neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy* [Hydrogeology of oil and gas fields]. 2nd ed. Moscow, Nedra Publ., 1972. 280 p.
3. Kortsensteyn V. N. *Metodika gidrogeologicheskikh issledovaniy neftegazonosnykh rayonov* [Technique of hydrogeological researches of oil-and-gas areas]. 2nd ed. Moscow, Gostoptekhizdat Publ., 1963. 309 p.
4. Serebryakov And. O., Bychkova D. A. *Zadachi gidrogeologicheskogo kontrolya prodvizheniya vod v zalezakh nefiti i gaza* [Problems of hydrogeological control of advance of waters in deposits of oil and gas]. *Prirodno-resursnyy potentsial Prikaspiya i sopredelnykh territoriy: problemy ego ratsionalnogo ispolzovaniya : materialy V regionalnoy zaochnoy studencheskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (25–27 aprelya 2018 g.)* [The Natural and Resource Potential of Caspian Sea and Adjacent Territories: Problems of Its Rational Use. Proceedings of the V Regional Correspondence Student's Scientific and Practical Conference (on April 25–27, 2018)], Elista, Kalmyk State University Publ. House, 2018, pp. 17–19.
5. Serebryakov O. I. *Gidrogeologicheskii mekhanizm obvodneniya gazokondensatnykh mestorozhdeniy* [Hydrogeological mechanism of flood of gas-condensate fields]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2016, no. 1 (60), pp. 14–20.
6. Serebryakov O. I., Serebryakov And. O., Zhuravlev G. I., Zhuravlev A. G. *Ekspluatatsiya morskikh mestorozhdeniy* [Operation of sea fields], Saint Petersburg, Lan Publ., 2018. 212 p.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАРСТОВЫХ ВОД В ОКРЕСТНОСТЯХ ОЗЕРА БАСКУНЧАК

Головачев Илья Владимирович, кандидат географических наук, доцент, Астраханский государственный университет, Астраханское отделение Русского географического общества, 414025, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16, e-mail: bask_speleo@mail.ru

Ермолина Александра Викторовна, заведующая лабораторией, ООО «Моринжгеология», 414004, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Красная Набережная, 85, e-mail: aleksandra_sh@list.ru

На территории Прикаспийской низменности имеется много необычных участков, возвышающихся над окружающими бескрайними равнинными пространствами, представляющими собой дно древнего моря. Необычность этих участков в том, что они были приподняты под действием воздымающихся из недр соляных куполов – диапиров. К некоторым солянокупольным поднятиям приурочены небольшие по площади разрозненные карстовые районы. Они связаны с выходом на дневную поверхность древних позднепалеозойских пород, представленных в основном нижнепермскими гипсами (P₁kg), в ядрах соляных куполов. Карстовые районы располагаются на территории Прикаспийской низменности неравномерно.