

ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ И ПИТЬЕВОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ ОРЕНБУРГСКОГО ГАЗОХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

О.М. Севастьянов

ООО «ВолгоУралНИПИГаз», e-mail: gidrogeolog@vunipigaz.ru

Водоснабжение является неотъемлемой частью любой сферы жизни человека, включая его хозяйственную деятельность. Это в полной мере относится к функционированию такого промышленного гиганта, каким является Оренбургский газохимический комплекс, построенный в густонаселенной, экономически развитой местности с благоприятными природно-климатическими условиями, плодородными почвами, довольно густой речной сетью. Главной рекой района является р. Урал, в месте слияния которой с правобережным притоком – р. Сакмарой расположен г. Оренбург с населением около 600 тыс. человек. К югу от города в широтном направлении на 125 км при ширине до 25 км простирается Оренбургское нефтегазоконденсатное месторождение (ОНГКМ). Большая его часть пространственно приурочена к долине р. Урал, протекающей здесь также в широтном направлении с востока на запад. Месторождение расположено в основном на левом берегу, а в западной части – на обоих берегах р. Урал. В 25 км к северо-западу от г. Оренбурга на правобережье р. Урал находятся заводы по переработке добываемой на месторождении продукции, в 70 км к северу расположено Совхозное подземное хранилище газа.

Водоснабжение Оренбургского газохимического комплекса осуществляется подземными водами, что предопределено благоприятными гидрогеологическими условиями района. В геологическом разрезе последнего выделяются два гидрогеологических этажа, разобращенных региональным экраном соленосных отложений иреньского горизонта кунгурского яруса нижней перми. В районе ОНГКМ кровля иреньского горизонта находится на глубине от 79–103 м в сводах куполов до 1559 м в межкупольных мульдах. Мощность его в пределах куполов достигает 1461 м, а в межкупольных мульдах составляет 74–310 м. На участках спокойного залегания иреньского горизонта (правобережье р. Урал в районе газоперерабатывающего и гелиевого заводов) кровля иреньского горизонта залегает на глубине порядка 800–850 м, а мощность составляет порядка 1000 м. С нижним (подсолевым) этажом связаны залежи углеводородов Оренбургского и других месторождений. Для целей водоснабжения интерес представляет верхний (надсолевой) этаж, в котором развиты следующие водоносные горизонты и комплексы.

В пределах долины р. Урал непосредственно с поверхности земли развиты четвертичные аллювиальные отложения. К ним приурочен первый от земной поверхности водоносный горизонт. Водоносны песчано-гравийно-галечниковые породы мощностью 4–16 м. Глубина залегания подземных вод от 1–3 м в пойме до 10–20 м на надпойменных террасах. В пойме скважины имеют дебит до 25–58 л/с при понижении уровня воды до 7–10 м. На первой и второй надпойменных террасах дебит скважин 0,5–39,5 л/с при понижении уровня воды до 0,5–12,0 м. На третьей надпойменной террасе дебит скважин 0,1–2,0 л/с.

Плиоценовые отложения мощностью 90–100 м в составе апшеронского и акчагыльского ярусов развиты в основном на левобережье р. Урал, где за пределами ее долины склоны коренного берега сложены с поверхности апшеронскими отложениями, под которыми залегают породы акчагыльского яруса. Последние в долине р. Урал подстилают четвертичные аллювиальные отложения. В толще плиоцена водоносны песчаные породы, залегающие в виде линз и пластов мощностью 1,0–28,0 м среди преимущественно глинистых отложений. В апшеронских отложениях подземные воды залегают на глубине 4,8–36,0 м. Дебит скважин 0,1–4,1 л/с при понижении уровня воды до 7,0–29,2 м. Подземные воды в акчагыльских породах залегают на глубине 40,0–168,0 м и устанавливаются в скважинах на глубине 3,0–55,0 м. Дебиты скважин колеблются от долей литра в секунду в глинистых песках до 4,2–11,7 л/с в песчано-гравийных отложениях при понижении уровня воды до 3,0–26,3 м.

Миоценовые и палеогеновые отложения распространены ограниченно в грабенообразных мульдах за пределами долины р. Урал, к северу и югу от нее. Водоносны песчано-гравийно-галечниковые пласты мощностью 12–47 м, залегающие среди глин на глубине 3,4–162,0 м. Дебит скважин 0,2–6,7 л/с при понижении уровня воды до 37,2–49,0 м.

На левобережье р. Урал широко распространены меловые, юрские и триасовые отложения. Водовмещающими породами мела и юры являются пески, песчаники, алевролиты, иногда известняки и мергели. Мощность водоносных прослоев меловых и верхнеюрских пород 0,5–6,6 м, изредка до 20,8 м. В разрезе средней юры водоносные пласты имеют мощность 9–90 м. Вода залегает на глубине от нескольких метров до 153–182 м, уровень ее в скважинах устанавливается на глубине от 2–5 до 42–68 м. Меловые отложения характеризуются дебитами скважин 0,4–1,17 л/с при понижении уровня воды до 29,2 м. Водоносность юрских пород выражается дебитом скважин до 6,5 л/с при понижении уровня воды до 3–29 м. В разрезе триаса водовмещающие породы представлены песчаниками и алевролитами, пласты которых имеют мощность от 1,5–5,0 до 50–75 м, иногда до 94–132 м. Они залегают на глубине от

3–10 до 110 м. Уровень воды в скважинах устанавливается на глубине 3–74 м, а иногда он поднимается на 0,2–1,2 м выше поверхности земли. Дебит скважин достигает 13,3 л/с при понижении уровня воды до 27 м; чаще он равен 2–5 л/с.

Верхнепермский водоносный комплекс распространен очень широко. Водовмещающие породы представлены песчаниками, алевролитами, мергелями с прослоями известняков и доломитов. Мощность водоносных пластов от 1,5–10,0 до 74–102 м. Правобережье р. Урал на обширной территории сложено с поверхности верхнепермскими отложениями. В долине р. Урал они залегают под акчагыльскими отложениями, а на участках отсутствия последних – непосредственно под четвертичными аллювиальными образованиями. На левобережье р. Урал отложения верхней перми выходят на поверхность на небольших по площади участках. В основном они перекрыты неогеновыми и мезозойскими отложениями. В местах выхода верхнепермских пород на поверхность подземные воды залегают на глубине от нескольких метров до первых десятков метров. Уровень воды в скважинах устанавливается на глубине 3–58 м, изредка наблюдается самоизлив. Дебиты скважин до 8–10 л/с при понижении уровня воды от 0,5 до 27–60 м. Чаще дебиты составляют 2–4 л/с. Водоносность пород резко уменьшается с глубиной и измеряется десятками долями литра в секунду на глубине 200–250 м.

В пределах верхнего гидрогеологического этажа выделены гидродинамические зоны активного и затрудненного водообмена. Зона активного водообмена развита от поверхности земли до подошвы четвертичных аллювиальных отложений долины р. Урал, являющейся наиболее глубоко врезанной дренажной территории. Исходя из мощности аллювия 20 м в пойме р. Урал, подошва зоны активного водообмена проводится на абсолютной отметке плюс 60 м (отметка уреза воды р. Урал возле г. Оренбурга плюс 80 м). Мощность зоны активного водообмена увеличивается от долины р. Урал к водоразделам, на которых отметки земной поверхности достигают плюс 230–250 м, и, следовательно, зона активного водообмена развита там до глубины 170–190 м.

В зоне активного водообмена целиком находится только водоносный комплекс четвертичных отложений и частично – водоносные комплексы, от плиоценового до верхнепермского, верхняя часть которых имеет выходы на поверхность земли или под маломощный четвертичный покров. В данной зоне основное питание подземных вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков в пределах выходов водовмещающих пород на поверхность. Движение подземных вод направлено от гипсометрически возвышенных участков к эрозионным понижениям. В оврагах и балках в виде родников разгружаются воды самой

верхней части зоны активного водообмена. Более глубокие воды разгружаются в аллювиальные отложения речных долин. Нередко в направлении от водоразделов к речным долинам происходит последовательная смена отложений различного возраста, а значит, и различных водоносных комплексов. Поэтому в процессе подземного стока происходит перетекание воды из более древних отложений в прислоненные к ним (или вложенные в них) более молодые отложения. Следовательно, питание водоносных комплексов осуществляется не только за счет инфильтрации атмосферных осадков, но и за счет боковой подпитки водой из водоносных комплексов более древних отложений.

Зона затрудненного водообмена развита глубже абсолютной отметки плюс 60 м. Формированию затрудненного водообмена на сравнительно небольших глубинах способствует широкое распространение (особенно на левобережье р. Урал) плиоценовых отложений, представленных в верхней части преимущественно глинами, которые препятствуют инфильтрации атмосферных осадков в нижележащие отложения. Зона затрудненного водообмена развита до кровли соленосных кунгурских отложений, т.е. максимум до глубины 1500–2000 м. В долине р. Урал в зоне затрудненного водообмена находятся водоносные комплексы, от плиоценового по верхнепермского. В направлении к водоразделам верхние части этих комплексов выходят в зону активного водообмена. Здесь часть воды, не дренированная гидрографической сетью, стекает по падению пластов. Так осуществляется питание подземных вод зоны затрудненного водообмена. Разгрузка вод каждого нижележащего водоносного комплекса происходит в вышележащий комплекс в местах отсутствия между ними надежных водоупоров.

Химический состав подземных вод изменяется с глубиной, в связи с чем каждая гидродинамическая зона характеризуется специфическим составом подземных вод. При этом воды одного и того же водоносного комплекса в разных гидродинамических зонах значительно отличаются по химическому составу, тогда как в пределах одной гидродинамической зоны разные водоносные комплексы имеют близкий химический состав вод. В зоне активного водообмена во всех водоносных комплексах преобладают пресные воды с минерализацией до 1 г/л. Солоноватые воды с минерализацией до 10 г/л присутствуют в каждом водоносном комплексе, но играют подчиненную роль.

В зоне затрудненного водообмена наиболее изучена верхняя часть, с глубины первых десятков метров (в долинах рек Урал и Сакмара) до 200–300 м. Пресные воды встречаются редко. Они находятся на глубинах до 150–180 м на водораздельных пространствах. На тех же глубинах и несколько глубже (до 250–300 м) широко распространены солоноватые и соленые

воды с минерализацией от 1,1 до 26,9 г/л. Слабые рассолы с минерализацией 42–70 г/л встречаются на глубине от 68–80 до 250–302 м в верхнепермском водоносном комплексе в районе ОНГКМ. Рассолы средней крепости с минерализацией 111–194 г/л вскрыты в верхнепермском водоносном комплексе на глубине от 190 до 325 м в районе г. Оренбурга. Крепкие рассолы с минерализацией 204,0–281,6 г/л встречаются в верхнепермском водоносном комплексе в районе г. Оренбурга в долине р. Урал на глубинах от 226 до 720 м.

В зоне затрудненного водообмена прослеживается закономерное увеличение минерализации подземных вод с глубиной, что установлено на нескольких участках в районе г. Оренбурга. Одним из них является участок у с. Ивановка на левобережье р. Урал возле юго-восточной окраины г. Оренбурга, где в плиоценовом водоносном комплексе на глубине 90 м вода имеет минерализацию 11,9 г/л, а ниже, в верхнепермском водоносном комплексе на глубинах 110, 130, 150, 170, 190, 210 м, минерализация воды составляет соответственно 14,5; 19,1; 24,9; 49,3; 110,0; 165,5 г/л. Еще глубже, в интервале 350–525 м, развиты воды с минерализацией 210 г/л, а в интервале 476–720 м – с минерализацией 259,3 г/л.

В левобережной части долины р. Урал и на примыкающем к ней с юга склоне коренного берега, где широко развиты водоупорные плиоценовые глины, создаются особо благоприятные условия для накопления под ними в зоне затрудненного водообмена соленых и рассольных вод. Плиоценовые глины, способствующие формированию в верхнепермских отложениях соленых вод и рассолов, не предохраняют четвертичный аллювиальный водоносный горизонт от их проникновения. Перетоки соленых вод и рассолов из отложений верхней перми в четвертичные аллювиальные отложения происходят через многочисленные «окна», где отсутствует покрывка плиоценовых глин. В результате в левобережной части долины р. Урал в верхней гидродинамической зоне, в первом от поверхности земли водоносном горизонте четвертичных аллювиальных отложений широко распространены солоноватые воды, непригодные для питья.

Для водоснабжения крупных потребителей перспективен только водоносный горизонт четвертичных аллювиальных отложений в пойме рек Урал и Сакмара при условии строительства водозаборов инфильтрационного типа, обеспеченных боковым притоком речной воды к скважинам через толщу аллювия. Такие водозаборы функционируют в районе г. Оренбурга, снабжая хозяйственно-питьевой и технической водой город и газохимический комплекс. Один из них – Ново-Сакмарский, состоящий из 79 скважин на левом берегу р. Сакмары и 23 скважин – на правом. Выработка на нем воды хозяйственно-питьевого качества превышает

100 тыс. м³/сут. Ею снабжается северная часть г. Оренбурга. На левом берегу р. Урал с 1974 г. действует Ивановский водозабор, вырабатывающий 30–33 тыс. м³/сут воды, идущей как в г. Оренбург, так и на газохимический комплекс. Количество скважин в разное время колебалось от 30 до 60, глубина скважин 10,5–21,0 м, средний дебит одной скважины 689 м³/сут. На правом берегу р. Урал с 1973 г. эксплуатируется Чернореченский водозабор, снабжающий технической водой газоперерабатывающий и гелиевый заводы. Выработка воды на нем составляет 19,1–27,4 тыс. м³/сут, число скважин 35, глубина скважин 11,0–16,5 м, средний дебит одной скважины 1694 м³/сут.

Вторым по значимости для целей водоснабжения является верхнепермский водоносный комплекс, способный удовлетворить нужды средних водопотребителей. К ним относится Совхозная станция подземного хранения газа, находящаяся в 70 км к северу от г. Оренбурга. Хозяйственно-питьевое водоснабжение ее и расположенного неподалеку райцентра пос. Октябрьское долгие годы осуществлялось от Морозовского водозабора, эксплуатирующего с 1983 г. подземные воды казанского яруса верхней перми 8 скважинами глубиной 100–130 м. Выработка воды на водозаборе составляет 2560–2650 м³/сут. В 2000–2002 гг. на восточной окраине с. Михайловка в 3 км от Совхозного ПХГ был построен водозабор, состоящий из 4 скважин глубиной по 90 м каждая на подземные воды татарского яруса, от которого с тех пор и снабжается станция подземного хранения газа. Вода пресная с минерализацией 0,4–0,5 г/л.

Для хозяйственно-питьевого водоснабжения пос. Ростоши, построенного за восточной окраиной г. Оренбурга для работников газохимического комплекса, в настоящее время завершается строительство водозабора на подземные воды отложений татарского яруса верхней перми. На водозаборе 9 скважин глубиной 150 м. Проектная производительность водозабора 4200 м³/сут, средний дебит одной скважины 600 м³/сут.

Удаленные от Ивановского водозабора установки комплексной подготовки газа (УКПГ), находящиеся в западной части Оренбургского месторождения, имеют собственные водозаборы. Так, УКПГ-15, расположенная на левом берегу р. Урал в пойме, снабжается водой четвертичных аллювиальных отложений, вскрытых двумя скважинами глубиной по 20 м. Водоснабжение УКПГ-14, расположенной на правом коренном берегу долины р. Урал, осуществляется от двух скважин глубиной по 60 м, эксплуатирующих подземные воды татарского яруса.

На Оренбургском НГКМ, кроме основной среднекаменноугольно-артинской газоконденсатной залежи, разрабатываются газонефтяные залежи: ассельская (с марта 1984 г.) и

среднекаменноугольная (с декабря 1985 г.). Они представляют собой участки нефтяной оторочки, подстилающей основную газоконденсатную залежь. Разработка газонефтяных залежей производится в естественном режиме, что ведет к истощению энергии газовой шапки и интенсивному снижению пластового давления. Исходя из этого было принято решение о создании систем поддержания пластового давления (ППД) закачкой воды. Потребность в воде для ППД будет частично удовлетворяться за счет попутно добываемой с нефтью подтоварной воды. Дополнительно потребуются «свежая» вода, которую предусматривается получать из подземных водоисточников на специально создаваемых для этого водозаборах.

Ассельская залежь расположена на востоке месторождения, на склоне водораздела за пределами долины р. Урал. В качестве источника свежей воды для ППД рекомендуется использовать подземную воду верхнепермских отложений, добываемую скважинами глубиной 150 м. Ожидаемый дебит одной скважины $260 \text{ м}^3/\text{сут}$, минерализация воды 10–15 г/л. Исходя из максимальной потребности в свежей воде около $1500 \text{ м}^3/\text{сут}$, на водозаборе потребуются иметь 7 скважин, в том числе 6 рабочих и 1 резервную.

Среднекаменноугольная газонефтяная залежь расположена в западной части месторождения по обоим берегам р. Урал: на правом берегу в зоне УКПГ-14 и на левом берегу в зоне УКПГ-15. Здесь же находится пока не разрабатываемая газонефтяная залежь филипповского горизонта кунгурского яруса нижней перми, разработку которой планируется с самого начала вести с поддержанием пластового давления. В системы ППД обеих залежей свежая вода будет подаваться с одних и тех же водозаборов. Проектом предусмотрено создание самостоятельных (автономных) систем ППД на правом и левом берегах р. Урал. Соответственно, потребуются строительство двух водозаборов: правобережного и левобережного. Максимальная потребность в свежей воде составляет: на правобережном участке – $7422 \text{ м}^3/\text{сут}$, на левобережном – $6168 \text{ м}^3/\text{сут}$. Для получения воды в таком количестве требуется построить два водозабора инфильтрационного типа в пойме р. Урал, по одному на правом и левом берегах. Скважины на этих водозаборах должны располагаться в один ряд вдоль реки на расстоянии не более 50 м от русла реки и не менее 100 м друг от друга. Глубина скважин 20 м, дебит одной скважины, по опыту многолетней эксплуатации аналогичных Чернореченского и Ивановского водозаборов, может быть принят не более $600 \text{ м}^3/\text{сут}$. Ожидается, что вода рекомендованных береговых инфильтрационных водозаборов будет соответствовать по качеству питьевой воде. Это осложнит получение разрешения на использование ее для ППД, т.е. в производственных целях.

В последние годы прорабатывается вопрос совершенствования хозяйственно-питьевого водоснабжения перерабатывающего комплекса, включающего в себя газоперерабатывающий и гелиевый заводы, обслуживающие их Каргалинскую ТЭЦ, промбазу и другие производственные службы, расположенные в 25 км к северо-западу от г. Оренбурга. Потребность комплекса в хозяйственно-питьевой воде оценивается в 1500 м³/сут. Сейчас она удовлетворяется за счет Ивановского водозабора, расположенного более чем в 30 км от потребителя. Ввиду того, что транспортировка ухудшает качество воды, подаваемой на газоперерабатывающий комплекс, весьма актуальным представляется создание автономного хозяйственно-питьевого водозабора, максимально приближенного к газоперерабатывающему комплексу. Единственным источником для создания такого водозабора служат подземные воды отложений татарского яруса верхней перми.

Авторами рассмотрены пять вариантов площадок под строительство водозабора. Один из них – разведенное в 1986–1987 годах, но не эксплуатирующееся Сыртинское месторождение подземных вод с утвержденными эксплуатационными запасами подземных вод 3000 м³/сут. Недостатком этого варианта является значительная удаленность от потребителя (13 км). Остальные варианты также имеют как положительные, так и отрицательные стороны.

Оренбургское нефтегазоконденсатное месторождение, на базе которого функционирует газохимический комплекс, с 1985 г. разрабатывается в условиях падающей добычи. Для стабильной работы комплекса его необходимо обеспечить сырьем. Это требует открытия новых нефтегазоконденсатных месторождений на приемлемом удалении от газохимического комплекса. ООО «Газпром добыча Оренбург» уже многие годы ведет поиск таких месторождений. Разработку проектов геолого-разведочных работ и рабочих проектов на строительство скважин осуществляет ООО «ВолгоУралНИПИгаз», лаборатория гидрогеологии которого решает вопросы производственного водоснабжения строительства поисковых газовых и нефтяных скважин. Потребность в технической воде при строительстве одной поисковой скважины не превышает 82 м³/сут. Наиболее рациональным является удовлетворение этой потребности за счет подземных вод посредством бурения скважин-колодцев глубиной не более 150–180 м непосредственно на площадке строительства поисковой скважины. Для этой цели перспективны все развитые на данной территории водоносные горизонты и комплексы.