

**УДК 551.444.3**

КОВАЛЁВ П. С., студент группы 91 Тб (Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева)

Научный руководитель ЛАПИН П.А., к.т.н., доцент (Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева) г. Орёл

**ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ: СОСТОЯНИЕ, ЗАГРЯЗНЕНИЕ И МЕРЫ ПО ИХ ОХРАНЕ**

*Аннотация.* В статье изложено описание химического состава подземных вод, а также условия формирования и геологической защищённости верхних водоносных горизонтов на территории Орловской области. Дана характеристика двух основных водоносных комплексов региона, обеспечивающих хозяйственно-бытовые и питьевые нужды: воронежско-ливенского и задонско-оптуховского. Выявлены основные причины нарушения гидродинамического состояния подземных вод в области. Описаны принимаемые меры по охране подземных вод, основой для которых является развитие государственной и локальной наблюдательных сетей стационарного наблюдения.

*Ключевые слова:* водоносный комплекс, питьевое водоснабжение, водовмещающие породы, качество воды, гидродинамический режим, государственная и локальная наблюдательная сеть.

Воды земной коры, находящиеся ниже поверхности Земли в различных состояниях (в том числе твёрдом, жидком и газообразном), а также содержащиеся в горных породах, называются подземными водами. В эту категорию включают связанную и свободную воду. Подземные воды расположены повсеместно и на всех материках; они имеются даже под самыми сухими и крупными пустынями. Основным источником пополнения подземных вод являются атмосферные осадки, просачивающиеся сквозь породы. Водопроницаемые породы легко пропускают воду, инфильтрационные — тяжело.

Важен для изучения подземных вод такой термин как «водоносный горизонт». Это водопроницаемый пласт, насыщенный водой, находящейся в постоянном движении с помощью перепада давления и гидравлической связи во всём пласте. Он может быть ограничен водонепроницаемыми породами сверху и снизу или только снизу.

По состоянию на прошлый год в Орловской области подтверждены запасы подземных вод по 183 участкам месторождений. Общее количество запасов составило 530 тыс. м<sup>3</sup>/сутки. Добыча подземных вод составила примерно 165 тыс. м<sup>3</sup>/сутки; при этом в последнее время она уменьшается по различным причинам.

В Орловской области питьевое водоснабжение предприятий и населения осуществляется подземными водами, включающими

четвертичные, меловые и юрские водяные горизонты. На глубине от 25 до 40 метров от уровня поверхности находится четвертичный водоносный горизонт, вода в котором насыщена магнием, оксидами железа и органическими отложениями. В свою очередь, меловые горизонты расположены на глубине 45-80 метров и содержат большое количество оксида железа. Наконец, вода с глубин от 100 до 160 метров добывается с юрского горизонта. Именно она считается лечебной (минеральной или столовой); получить разрешение на её эксплуатацию необходимо в органах власти Орловской области.

На территории области находятся 20 водоносных комплексов и горизонтов. Из них к четвертичным отложениям отнесено пять, к меловым — три, к юрским — один. Иногда также попадаются спорадически обводненные толщи, приуроченные к четвертичным и меловым отложениям. Однако применение подземных вод данных горизонтов невелико, так как воды верхних трещиноватых образований кристаллического фундамента составляют один водоносный комплекс и в целях водоснабжения не применяются. Остальные водоносные комплексы горизонты отнесены к девонским отложениям.

Выделяются два основных слоя грунтовых пород, ограничивающих водоносные горизонты. Это так называемые водоупорные слои грунта: верхнеюрский и петинской свиты. Первый относится к келловейскому ярусу среднего отдела юрской системы и распространен почти повсеместно, — за исключением долин рек, где он размыт современной речной сетью. Он состоит из плотных пластичных глин толщиной от 1 до 44 м, которые делят палеозойскую и мезозойскую водоносные системы. Второй водоупорный слой грунта относится к отложениям петинской свиты и состоит из вязких глин толщиной до 8 м. Распространён повсеместно и отделяет воронежско-ливенский комплекс от нижележащих горизонтов.

По распространению основных водоносных горизонтов, возрасту и типу пород на территории области выделяются два гидрогеологических района. Первый водоносный район расположен в южной части области, где в целях водоснабжения применяется воронежско-ливенский водоносный комплекс. Второй район значительно больше по размеру и охватывает примерно 80% территории — западную, центральную, восточную и северную части области. В целях водоснабжения применяется воронежско-ливенский водоносный комплекс с задонско-оптуховским или с саргаевско-семилуцким комплексом. Следовательно, основными водоносными комплексами для водоснабжения в Орловской области являются воронежско-ливенский и задонско-оптуховский. Кроме этого, на территории области разведано 5 месторождений минеральных подземных вод, приуроченных к ряжскому терригенному комплексу. Для этих

месторождений общие запасы категорий А+В составляют 0,788 тыс. м<sup>3</sup>/с., что является относительно небольшой величиной.

Остановимся на первом комплексе и рассмотрим более внимательно его особенности. Итак, водоносный воронежско-ливенский терригенно-карбонатный комплекс находится на большей части юга области. Он приурочен к образованиям евлановского, ливенского и воронежского горизонтов верхнего девона. Водовмещающие породы представлены доломитами и известняками доломитовыми (в нижней части — неравномерно, с глинистыми прослоями и прослоями мергелей). Доломиты и известняки часто конгломератовидные; при этом кавернозные известняки и доломиты евлановского, воронежского и ливенского стратиграфических горизонтов являются водовмещающими породами данного водоносного комплекса. В долинах рек и депрессиях рельефа находится наибольшая обводнённость пород. Минимальные значения параметров воды отмечаются на водоразделах, а максимальные — в долинах рек. Так, если в южной части области комплекс безнапорный, то в северной части напоры достигают 150 м. Границы уровней воды варьируются от +1,5 до 82 м.

Дебиты скважин изменяются от 0,05 до 61,2 л/с, коэффициенты фильтрации — в пределах 0,22–73,0 м/с, удельные дебиты — от 0,009 до 64 л/с. В химическом составе преобладают гидрокарбонатно-сульфатные, кальциево-магниевые и гидрокарбонатные магниевые-кальциевые воды с минерализацией 0,3 – 0,8 г/л.

Питание комплекса производится путём обмена со смежными водоносными комплексами, а также посредством инфильтрации атмосферных осадков через перекрывающие отложения в южных частях области.

Водоносный задонско-оптуховский карбонатный комплекс распространён практически на всей территории области (кроме южной её части). Водовмещающими породами в нём являются доломиты елецкого, лебедянского и оптуховского стратиграфических горизонтов, а также кавернозные, трещиноватые, закарстованные известняки. Максимальная обводненность пород отмечается в депрессиях рельефа и долинах рек по сравнению с водораздельными пространствами, характерными для трещиноватых пород. В северной части воды напорные, достигающие напора над кровлей 40 м. Мощность комплекса варьируется от 0 до 80 м, а уровни воды устанавливаются на водоразделах до 78 м (в долинах рек — до +0,8 м).

Дебиты эксплуатационных скважин изменяются в пределах от 0,2 до 69,4 л/с, коэффициент фильтрации — от 0,06 до 77,4 м/с., удельные дебиты — от 0,13 до 10 л/с. Максимальные значения этих параметров отмечаются в долинах рек, минимальные — на водоразделах. В химическом составе

преобладают гидрокарбонатные кальциево-магниевые воды с минерализацией 0,2 – 0,6 г/л.

Повышенное содержание стронция здесь связано с площадью распространения стронциеносной формации в зоне озерско-хованской толщи по отдельным эксплуатационным скважинам в водах задонско-оптуховского комплекса на северо-западе области.

Проявления кремния в водах верхнемеловых карбонатных отложений приурочены к зоне развития турон-маастрихтской формации. В карбонатных отложениях верхнедевонской системы природные условия формирования обуславливают повышенный фоновый уровень концентраций бора, железа и бария. Особенно это касается Хотынецкого, Ливенского, Орловского, Залегощенского и Мценского районов области.

Путём инфильтрации атмосферных осадков и речных стоков производится питание водоносного комплекса.

Общее количество прогнозных ресурсов подземных вод с минерализацией до 1000 мг/л по Орловской области составляет 2590,7 тыс. м<sup>3</sup>/с, из них надежно обеспеченных — 2375,7 тыс. м<sup>3</sup>/с. На конец прошлого года уровень разведанных ресурсов подземных вод составил 20%. Прирост запасов по области в прошлом году составил 8,0 тыс. м<sup>3</sup>/с (по 14 новым участкам месторождений). Из 183 разведанных месторождений подземных вод эксплуатируются 145. Величина добычи на участках с утвержденными запасами в прошлом году составила 135 тыс. м<sup>3</sup>/с.

В среднем по области в 2020 г. степень освоения запасов составила 25,6%, при этом месторождения не осваиваются в 4 районах из 24. Общая добыча в прошлом году составила 148 тыс. м<sup>3</sup>/с; по сравнению с 2019 г. она увеличилась на 1,76 тыс. м<sup>3</sup>/с.

Около 75% добываемых подземных вод идёт на нужды населения. Для сельского хозяйства и орошения земель используется 7%, для технических и производственных нужд — около 15%; остальные 3% составляют потери. Основным потребителем в области является МПП ВКХ «Орёлводоканал» и областной центр, на долю которых приходится  $\frac{3}{4}$  всех добываемых подземных вод. Водоснабжение Ливен осуществляется за счёт отбора подземных вод евлановско-ливенского карбонатного горизонта, а водоснабжение Мценска — с помощью вод задонско-оптуховского карбонатного комплекса.

Специфика исследования подземных вод заключается в том, что выяснение причин их загрязнения часто возможно только на поздних этапах анализа, когда последствия этого загрязнения могут быть необратимыми. [2] На территории области основными причинами нарушения гидродинамического состояния подземных вод является активная их добыча для различных целей (в основном для хозяйственно-бытового и питьевого водоснабжения). Наибольшую опасность для ресурсного потенциала подземных вод и обеспечения населения питьевой

водой на территории области представляет их загрязнение. Загрязнение в области происходит в основном на территориях интенсивного промышленного использования, характеризующегося широким наименованием загрязняющих компонентов, — как органических, так и неорганических.

Основные причины несоответствия нормативам качества подземных вод могут иметь естественный характер, но гораздо чаще они зависят от источников антропогенного загрязнения и неудовлетворительного технического состояния водозаборов. [3] В частности, для Орловской области с приоритетным развитием агропромышленного комплекса характерно нахождение в подземных водах пестицидов и соединений азота. Это обусловлено фильтрацией атмосферных осадков и поверхностных вод из сельскохозяйственных массивов, обрабатываемых удобрениями и ядохимикатами, а также из накопителей отходов, полей фильтрации, мест хранения удобрений и ядохимикатов, птицефабрик и животноводческих комплексов.

Для городов Орла, Мценска и Ливен характерно загрязнение подземных вод от объектов жилищно-коммунального хозяйства с токсикантами: марганцем, железом, азотом, фенолами и хлоридами. Так как, исходя из вышесказанного, на долю областного центра приходится  $\frac{3}{4}$  всех добываемых подземных вод, активный водоотбор на крупных водозаборах способствует ухудшению качества добываемой воды вследствие подтягивания некондиционных вод из смежных водоносных горизонтов.

Преобладающее содержание загрязняющих веществ наблюдается в диапазоне 10-100 ПДК; максимальные значения значительно превышают верхние пределы. Основную лепту в нарушение состояния подземных вод в регионе вносит Орловский промышленный район, в результате жизнедеятельности которого образовалась депрессионная воронка в воронежско-ливенском и задонско-оптуховском карбонатных комплексах.

В Законе Орловской области №2153-ОЗ определён порядок добычи и использования подземных вод для технического и питьевого водоснабжения на территории области. [1] Также в данном законе определены полномочия Правительства и органов исполнительной государственной власти в области регулирования отношений недропользования, в том числе подземных вод.

В соответствии с Водным кодексом РФ охрана подземных вод включает в себя комплексы мер по минимизации отрицательного воздействия на подземную гидросферу и правового законодательства по охране природных ресурсов. [4] Одной из мер по охране подземных вод является развитие государственной и локальной наблюдательных сетей стационарного наблюдения. В прошлом году стационарные наблюдения за состоянием подземных вод в области осуществлялись по скважинам опорной государственной и локальной наблюдательных сетей. Порядок охраны подземных

вод в стране, заключающийся в наблюдении за радиационным, микробиологическим и химическим состоянием с помощью локальных и государственных наблюдательных сетей, регламентирован в постановлении Правительства РФ от 11 февраля 2016 года №94 [5].

Для получения информации об изменениях гидродинамических и гидрохимических характеристик подземных вод под влиянием техногенного воздействия на природную среду на участках крупных водозаборов, полигонов захоронения промышленных и бытовых отходов и очистных сооружений городов области организована локальная наблюдательная сеть в количестве 71 скважины. Также для изучения закономерностей формирования естественного и нарушенного гидродинамического режима подземных вод в области работает государственная сеть. На данный момент времени она включает 27 скважин, оборудованных на основные водоносные горизонты: 13 скважин — в естественном режиме, 14 — в нарушенном.

С целью постоянного отслеживания состояния подземных вод все режимные наблюдения на локальной сети должны проводиться в рамках лицензионных соглашений. Для этого все государственные и локальные скважины сгруппированы в специализированные наблюдательные объекты. Ещё одним важным мероприятием с целью сохранения подводных вод является определение объёмов извлечения и объёмов размещения различных видов отходов, непригодных в будущем для хозяйственно-бытовых и питьевых целей, в глубоких коллекторах.

#### Список литературы:

1. Закон Орловской области «О регулировании отдельных отношений недропользования на территории Орловской области» (с изменениями на 31 августа 2021 года) от 5 октября 2017 года № 2153-ОЗ. Опубликован: Официальный интернет-портал правовой информации <http://www.pravo.gov.ru>, 06.10.2017, «Орловская правда», № 114, 10.10.2017.
2. Сидорова Л.П. , Низамова А.Ф. Подземные воды – важнейший регулятор пресной воды. Учебный электронный текстовый ресурс. Екатеринбург, 2016
3. Боголюбов С.А. Актуальные проблемы экологического права: монография. - М.: Изд-во Юрайт, 2021.
4. Водный Кодекс РФ (с изменениями на 2 июля 2021 года). Опубликован в «Парламентской газете», № 90-91, 08.06.2006
5. Постановление Правительства РФ «Об утверждении Правил охраны подземных водных объектов от 11 февраля 2016 года № 94 (с изменениями на 25 декабря 2019 года)» Опубликован: Собрание законодательства Российской Федерации, № 8, 22.02.2016, ст.1115.