

ГИДРОГЕОЛОГИЯ
(ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ)

**ПРОМЫШЛЕННОЕ ОСВОЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ЙОДОСОДЕРЖАЩИХ ВОД
АСТРАХАНСКОГО РЕГИОНА**

Смирнова Татьяна Сергеевна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: Juliet_23@mail.ru

Быстрова Инна Владимировна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: Juliet_23@mail.ru

Актуальность работы заключается в глубоком осмыслении значимости промышленных подземных вод с целью их использования в развитии ряда отраслей народного хозяйства. Это особенно важно для нашего региона, так как здесь уже открыт ряд месторождений, содержащих уникальные по химическому составу воды, что позволяет оптимистически оценить перспективы их освоения и использования, как на региональном, так и государственном уровне. В работе даётся детальная характеристика состояния промышленных йодосодержащих подземных вод Астраханского региона на примере Астраханского и Леонидовского месторождений. Детально рассмотрены основные водоносные горизонты, имеющие практическое значение. Объективно раскрывается эмпирическое значение использования промышленных вод для обеспечения потребности ряда отраслей промышленности не только Астраханской области, но и России. Наше государство является крупнейшей мировой державой, обладающей уникальным природно-ресурсным потенциалом промышленных подземных вод, которые могут обеспечить промышленное производство йода, брома, лития, цезия, соединений бора и стронция, солей натрия, кальция и магния в широких масштабах. Поэтому значительный вклад в развитие народного хозяйства принадлежит Астраханскому региону, так как здесь уже открыт ряд месторождений промышленных подземных вод.

Ключевые слова: промышленные подземные воды, йодосодержащие воды, эксплуатационные запасы, подземная гидросфера, дебит, Астраханское месторождение, Леонидовское месторождение, водоносный горизонт

**INDUSTRIAL DEVELOPMENT OF UNDERGROUND
IODINE-CONTAINING WATERS OF THE ASTRAKHAN REGION**

Smirnova Tatyana S., Ph. D. in Geology and Mineralogy, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: Juliet_23@mail.ru

Bystrova Inna V., Ph. D. in Geology and Mineralogy, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: Juliet_23@mail.ru

The relevance of the work lies in a deep understanding of the importance of industrial groundwater in order to use it in the development of a number of sectors of the national economy. This is especially important for our region, as a number of deposits containing unique water composition have already been discovered here. This allows us to optimistically assess the prospects for their development and use, both at the regional and state level. The paper provides a detailed description of the state of industrial iodine-containing groundwater in the Astrakhan region on the example of the Astrakhan and Leonidovsky fields. The empirical significance of using industrial water to meet the needs of a number of industries, not only in the Astrakhan region, but also in Russia, is objectively revealed. Conclusions: Our country is the largest world power with a unique natural resource potential of industrial groundwater and can provide industrial production of iodine, bromine, lithium, caesium, boron and strontium compounds, sodium, calcium and magnesium salts on a large scale. Therefore, a significant contribution to the development of the national economy belongs to the Astrakhan region, since a number of deposits of industrial groundwater have already been discovered here.

Keywords: industrial groundwater, iodine-containing water, operational reserves, underground hydrosphere, flow rate, Astrakhan field, Leonidovskoye field, aquiferous horizon

Принцип единства природных вод обуславливает развитие жизни на Земле. Большинство процессов, протекающих как на поверхности, так и в недрах Земли, связаны с деятельностью подземных вод. Подземные воды взаимодействуют и взаимосвязаны с другими средами (горными породами, поверхностными водами и др.) в природной иерархии систем.

Природные воды занимают значительный объём в подземной гидросфере и имеют широкую область применения.

Наша страна обладает огромными ресурсами подземной гидросферы, представленными как гидроминеральным сырьём, питьевыми и лечебными водами, так и тепловой энергией. Для объективной оценки ресурсов минерально-сырьевой базы подземных вод необходимо внедрять и реализовывать комплексный подход на научно-теоретической и эмпирической базе, что позволит более объективно вести их подсчёт и учёт.

К промышленным водам относятся подземные воды и рассолы, содержащие полезные компоненты или их соединения в концентрациях, обеспечивающих в пределах конкретных гидрогеологических районов рентабельную добычу и переработку этих вод. Это позволит получать полезную продукцию с использованием современных технологических процессов и технических средств. Однако следует отметить, что их потенциальные возможности ещё далеко не изучены. Поэтому необходимо решать такие вопросы, как раскрытие закономерностей формирования и размещения подземных вод в регионах с различными геотектоническими условиями, проведение геохимических исследований промышленных подземных вод (как самостоятельно, так и в процессе поисково-разведочных работ) и др. Это привело к усилению эмпирического интереса к водам промышленного назначения, в частности, извлечения из этих вод таких химических элементов, как йод, бром, бор, литий, рубидий, цезий и др., что позволит расширить границы использования минеральных ресурсов. Дифференциация промышленных вод и отнесение к тому или иному виду гидроминерального сырья требует теоретического обоснования, которое сводится к оценке месторождений промышленных вод на геолого-экономической основе.

В нашей стране основные перспективы использования гидроминерального сырья связаны с подземными водами глубоких водоносных горизонтов артезианских бассейнов. В структурно-тектоническом отношении они соответствуют впадинам складчатого основания древних докембрийских и палеозойских платформ, а также крупным предгорным и межгорным впадинам [2].

Физические свойства этих вод вследствие влияния минерализации, температуры и газонасыщенности значительно отличаются от свойств пресных подземных вод в нормальных условиях. Это должно учитываться при региональных гидрогеологических построениях, оценке расчётных гидрогеологических параметров водовмещающих пород, подсчётах эксплуатационных запасов глубоких подземных вод. Свойства и состав воды влияют на технологические приемы и методы её переработки, что, в свою очередь, определяет кондиционные требования к этому виду гидроминерального сырья.

Химический состав промышленных подземных вод и характер изменения в них концентраций редких элементов обусловлен историей геологического развития и общей гидрогеологической обстановкой территории. Поэтому воды характеризуются большим разнообразием общей минерализации, химического состава, содержанием и количественным соотношением отдельных компонентов, а также газовым составом и температурой. Они относятся к группе минерализованных вод и рассолов. Например йодные и бромные воды чаще относятся к группе соленых вод и рассолов с минерализацией до 150 г/дм^3 , бромные, литиеносные – к рассолам с минерализацией более 150 г/дм^3 ; йодобромные – к рассолам с минерализацией $150\text{--}250 \text{ г/дм}^3$. Содержание редких щелочных металлов обычно возрастает с увеличением минерализации подземных вод. Концентрации большинства редких элементов значительно увеличиваются в интервалах минерализации $270\text{--}350 \text{ г/дм}^3$, что связано с выпадением из водных растворов галита.

Основная ресурсная база промышленных йодосодержащих подземных вод Астраханского региона получила развитие с открытием Астраханского и Леонидовского месторождений. На Астраханском месторождении утверждены запасы по двум категориям: В и С₁ в количестве 16,2 и 15,6 тыс.м³/сутки соответственно [2; 4; 5].

Следует отметить, что проведение систематического анализа подтверждает возможность дальнейшего развития гидроминерального производства в Астраханской области с учетом следующих дополнительных аспектов. К ним относятся:

- поликомпонентность сырья вышеуказанных месторождений в сочетании с высокими концентрациями йода и других ценных компонентов;
- значительные запасы и незначительные глубины залегания, обуславливающие выбор экономически менее затратных технологий добычи и переработки, низкую себестоимость продукции и быструю окупаемость предприятия;
- достаточное количество отработанных скважин на длительно разрабатываемом (с 1986 г.) Астраханском газоконденсатном месторождении;
- непригодность территорий Леонидовского и Астраханского месторождений для проведения сельскохозяйственных работ, расположенных на юге умеренного климатического пояса на границе зон полупустыни и пустыни [1; 5; 6].

При разработке Астраханского газоконденсатного месторождения в 2003 г. было открыто одноименное месторождение подземных йодосодержащих вод. Оно расположено в пределах северо-западной части Прикаспийской низменности, на юго-востоке Восточно-Европейской равнины, на левобережье р. Волги. Основной фон территории месторождения представлен золотой равниной. В системе гидрогеологического районирования территория исследования приурочена к Прикаспийскому артезианскому бассейну Каспийского гидрогеологического района.

Месторождение характеризуется сравнительно простыми горногеологическими и гидрогеологическими условиями с ламинарным залеганием промышленного водоносного горизонта. Для него характерно выдержанное распространение на большей части территории, однородные фильтрационные свойства водовмещающих пород и сравнительно небольшие колебания мощности.

Для детального определения площадного распространения водоносного горизонта были использованы результаты анализа материалов, полученные в ходе глубокого структурного и разведочного бурения.

Астраханское месторождение йодных вод расположено в пределах Красноярского района, в левобережной части АГКМ и приурочено к апшеронскому водоносному комплексу.

Месторождение является многопластовой системой, представленной переслаиванием глин с прослоями рыхлых песчаников и алевролитов на глубине 258–325 м. Содержание йода составляет от 10 до 26 мг/дм³. Максимальные концентрации (до 26 мг/дм³) приурочены к западной части месторождения. В северном направлении отмечается уменьшение его концентрации до 14 мг/дм³. Дебиты вод достигают 800–1000 м³/сут., при самоизливе – до 300 м³/сут. [6, 9].

Следует отметить, что Астраханское месторождение промышленных вод довольно детально разведано, проведены опытно-промысловые исследования, определены эксплуатационные параметры и произведён подсчёт запасов йодосодержащих вод. Это позволило обосновать технологию переработки минерализованных вод и технологию извлечения из них йода. Концентрации йода превышают кондиционные значения (табл. 1).

Из всех галоидов йод обладает наиболее низким потенциалом окисления, что позволяет ему легко окисляться до молекулярного состояния. Именно такой йод является легколетучим элементом, и он вместе с газом мигрирует в наиболее высокие геологические структуры. Этим объясняются закономерности распространения йода в пределах месторождения.

Для подготовки к освоению месторождение йода необходимо разработать и обосновать проект опытно-промышленной эксплуатации с использованием технико-экономических обоснований. Это позволит стимулировать инвестиционные проекты при строительстве йодного опытно-промышленного завода. При внедрении данного проекта потребности в йодной продукции в России возрастут в несколько раз [8; 9].

При проведении гидрогеологических поисковых работ с целью поиска пресных питьевых вод в Наримановском районе Астраханской области было открыто Леонидовское месторождение йодосодержащих подземных вод. Месторождение расположено на правом берегу р. Волги, в 15 км от с. Рассвет.

Таблица 1

Химический и микрокомпонентный состав подземных вод Астраханского региона [5]

Компоненты	Единицы измерения, мг/дм ³ / кондиции	Месторождения	
		Леонидовское	Астраханское
Ca ²⁺	->-	1603	1200
Mg ²⁺	->-	4370,	1100–1296
Na ⁺	->-	78287,1	9008,2
K ⁺	->-	682/500	106
Cl ⁻	->-	19409,0	19763
SO ₄ ²⁻	->-	26,0	6,0
HCO ₃ ⁻	->-	427,1	415
Минерализация	г/дм ³	31,35	31,8
Sr ⁺	->-	19,6	45
Mn ²⁺	->-	0,328	–
J ⁻	->-	35,0/10	9–27/10
Br ⁻	->-	52,0	201/250
Борная кислота	->-	3,0	6,6

В тектоническом отношении территория Леонидовского месторождения расположена на территории юго-западного сектора Прикаспийской впадины в 25,0 км к северу от зоны сочленения докембрийской Восточно-Европейской и Скифско-Туранской эпигерцинской платформ и приурочено к юго-западному борту Астраханского свода. Здесь широко развита солянокупольная тектоника, а мощность осадочного чехла достигает 14–16 км.

Рельеф территории Леонидовского месторождения (йодосодержащих вод) расположен на эоловой равнине и представлен рельефом бугристых и бугристо-грядовых песков, которые чередуются с закрепленными массивами развеваемых песков. Они, как правило, соединяясь между собой, образуют песчаные бугры овальной или неправильной формы и формируют короткие кулисообразные гряды с ориентацией как широтном, так и в субширотном направлениях.

Их вершины плоские, реже выпуклые и гребневидные. Склоны пологие с углами падения пород 10–12°, реже 30°. Протяжённость бугров достигает от 20–30 до 200–300 м при ширине 25–150 м. Межбугровые понижения достигают в поперечнике около 200 м. Прослеживаются каньонообразные формы рельефа с ровными днищами, которые часто бывают осложнены микробуграми или соровыми понижениями округлой формы с размером в поперечнике от 10 до 60 м. В весенне-осенний период соры заполняются водой, минерализация которой достигает 20 г/дм³.

Барханные песчаные массивы имеют высоту от 1,0 до 3,0 м, а их длина составляет 10–15 м. Среди них чётко прослеживаются дефляционные котловины диаметром до 20 м.

Максимальные отметки рельефа исследуемой территории приурочены к бэровским буграм, а минимальные – к Волго-Ахтубинской пойме. Абсолютные отметки поверхности Леонидовского участка колеблются от минус 19,1 до минус 13,9 м, относительные высоты составляют 3–7 м.

В 17 км восточнее Леонидовской площади протекает р. Волга, являющаяся главной водной артерией. Её сток регулируется многочисленными гидротехническими сооружениями. Одним из них является вододельитель, расположенный в г. Нариманове (Астраханская обл., Наримановский р-н).

Анализ материалов опытно-промысловых исследований, полученных в процессе проведенных геолого-геофизических, сейсмических работ, а также анализ лабораторных исследований отложений ряда скважин выявили значительные по мощности акчагыльские и апшеронские отложения, содержащие промышленные кондиции йода.

На глубине 300 м в апшеронском горизонте подземных вод промышленные концентрации йода составляют до 35 мг/дм³. Содержание йода в пластовых водах акчагыльских отложений в интервалах глубин 453–460 м, 468–474 м, 482–488 м, 492–503 м, 507–514 м изменяется от 35 до 40 мг/дм³.

На исследуемой площади наиболее глубоко вскрытыми являются неогеновые отложения (акчагыльский ярус). В результате проведения поисковых работ и опробования водонасыщенных песков акчагыльского яруса в интервале глубин 430–515 м в глинах были выделены несколько водонасыщенных песчаных горизонтов с толщиной до 35 м. Здесь были получены притоки пластовых вод с дебитами от 315 (скв. 2) до 514 м³/сут. (скв. 1). Их минерализация достигала 27–31 г/дм³, а содержание йода – 35–40 мг/дм³. Это в значительной степени превышает кондиционные значения [1].

Основным водоносным горизонтом территории Леонидовского месторождения является апшеронский ярус, представленный терригенными песчано-глинистыми образованиями. Для отложений характерна значительная литологическая изменчивость (табл. 2).

Таблица 2

Сводный литолого-стратиграфический разрез Леонидовского месторождения [1; 2]

Система	Отдел	Ярус, горизонт	Толщина, м	Литология
современная	голоцен		20-35	морскими, аллювиальными, хемогенными, карстовыми, золовыми, элювиальными, озерными, золовыми образованиями; глины, суглинки, пески супеси, с остатками раковин
четвертичная	верхний плейстоцен QIII	хвалынский горизонт QIII hv верхний надгоризонт нижний надгоризонт	37-49	песчано-глинистые образования, глины, супеси, суглинки и пески; толща шоколадных глин
	средний плейстоцен QII	хазарский горизонт QII hz	20-90	морские глинистые и лиманные осадки
	нижний плейстоцен – Qн	бакинский ярус Q ₁ b	54-75	алевролитовые глины с прослоями и линзами серого мелкозернистого песка мощностью до 30 м.
		тюрянский горизонт QI tk	73-80	глины, пески, алевролиты
	эоплейстоцен	апшеронский ярус	243-314	песчано-глинистые образования
неогеновая N	нижний N1	акчагыльский ярус N1 ak	70-85	глинистая толща с 3-11 м пропластками водовмещающих песков с включением растительных остатков. В подошве пачка сланцеватых глин

Наибольший практический интерес представляют водоносные горизонты на Леонидовской площади, отмеченные в интервалах 270–290 м, 210–250, 192–198 м, содержащие повышенные концентрации йода и магния.

Водоносный комплекс апшеронских отложений представляет собой сложнопостроенную слоистую систему из водоносных песков и относительно слабопроницаемых глинистых пластов. Водоносные пласты характеризуются различной глубиной залегания и тесной гидравлической связью между участками «гидрогеологических окон» в слабопроницаемых пластах путём перетекания с характерной вертикальной миграцией.

При опробовании скв. 2 в интервале 192–198 м содержание йода в воде составило 25 мг/дм³ при минерализации 11 г/дм³. В скв. 1 в интервале 277–290 м содержание йода достигало 34 мг/дм³. В водах обеих скважин отмечено высокое содержание магния (0,9–1,3 г/дм³) [1; 2].

Анализы гидрогеохимических исследований на Леонидовском месторождении подтверждают, что химический состав воды хлоридно-натриевый, с содержанием в них йода и брома. Отмечается, что увеличение концентрации йода в воде связано с водами, в составе которых преобладают ионы хлора. Именно это отличает данное месторождение от других йодосодержащих подземных вод. В составах вод последних отмечены высокие концентрации йода при аналогичных концентрациях ионов натрия (Na⁺) и фиксируется уменьшение концентрации йода при высоких концентрациях ионов кальция (Ca²⁺) и ионов магния (Mg²⁺).

В воде обнаружены повышенные концентрации органических веществ и значения $S_{орг.}$, которые составляют 18,3 мг/дм³, и повышение окисляемости (20,2 мг/дм³). Отмечается отсутствие фенолов.

Содержание радия повышенное, но не превышает ПДК, количество урана приближается к нижнему пределу содержания радиоэлементов в природных водах. По заключению Пятигорского НИИ курортологии, воды Леонидовского месторождения могут быть отнесены к йодным с глубины 488 м.

Воды Леонидовского месторождения могут использоваться в промышленности после завершения строительства завода по извлечению йода. Это необходимо для обеспечения потребности химической промышленности России и позволяет организовать гидроминеральные производства в Астраханской области, где для этого имеются все предпосылки. Воды подобного состава могут быть использованы для курсового лечения и применяться в некурортной практике как лечебные питьевые.

Высокоминерализованные бромные хлоридные воды могут быть использованы в лечебной практике для отпуска наружных бальнеопроцедур, а при разведении в десять раз – как лечебно-столовые минеральные воды.

Йодные воды могут быть также применены для наружных бальнеопроцедур и использоваться как лечебно-столовые.

Разведку промышленных йодных подземных вод Леонидовского месторождения проводит компания ООО «Эй Джи Эм» в соответствии с лицензией АСТ 00239 МП (дата государственной регистрации – 18.12.2006 по 01.05.2035) под эгидой уполномоченного органа управления фондом недр МПР РФ Федеральное агентство по недропользованию (Российский федеральный геологический фонд). В перспективе планируется подготовить месторождение к разработке с годовой производительностью йода до 400 т [1].

Полученные результаты проведенных исследований позволят в дальнейшем организовать в Астраханской области собственное производство йода на базе разведанных месторождений и в ближайшие годы создать перерабатывающее предприятие и вести добычу йода. Этому сопутствуют физико-географические и благоприятные хозяйственно-экономические условия и поддержка со стороны государства, что позволит привлечь и увеличить число потребителей, улучшить качество производимой продукции и увеличить её номенклатуру.

Всё это позволит нашему региону создать основу для организации новой добывающей отрасли промышленности, перерабатывающей нетрадиционное гидроминеральное сырьё для добычи йода.

Список литературы

1. Аванесов, А. А. Перспективы производства йода в Астраханской области / А. А. Аванесов // Геология, география и глобальная энергия. – 2009. – № 2 (33). – С. 146–150.
2. Быстрова, И. В. Приоритеты развития гидроминерального производства в Астраханской области / И. В. Быстрова, В. С. Мерчева // Астраханский вестник экологического образования. – 2014. – № 4. – С. 37–45.
3. Виноград, Н. А. Современное производство йода из гидроминерального сырья в странах СНГ / Н. А. Виноград // Вестник СПбГУ. Сер. 7. – 2003. – Вып. 3, № 23.
4. Григорович, В. Я. Состояние и использование природных ресурсов Астраханской области / В. Я. Григорович, И. А. Миталев, О. И. Серебряков // Геология, география и глобальная энергия, 2009. – № 3 (34). – С. 36–40.
5. Серебряков, О. И. Перспективы развития минерально-сырьевой базы на Астраханском ГКМ / О. И. Серебряков // Развитие и освоение нефтяных и газоконденсатных месторождений. – 2003. – Вып. 4. – С. 79–82.
6. Серебряков, О. И. Гидрогеологические условия четвертичного водоносного комплекса юго-западной части Прикаспийской впадины / О. И. Серебряков, А. О. Серебряков // Геология, география и глобальная энергия. – 2010. – № 2 (37). – С. 18–29.
7. Смирнова, Т. С. История развития гидроминеральных лечебных ресурсов Прикаспийской впадины / Т. С. Смирнова, И. В. Быстрова, А. З. Карабаева // Геология, география и глобальная энергия. – 2017. – № 3 (66). – С. 30–37.
8. Смирнова, Т. С. Нанотехнология получения продуктов йода из природных подземных вод / Т. С. Смирнова, О. И. Серебряков // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – 2007. – № 2. – С. 65–66.
9. Смирнова, Т. С. Разработка и создание общегосударственного научно-технологического ресурсосберегающего природного комплекса получения импортозамещающих микроэлементов и сопутствующих материалов / Т. С. Смирнова, О. И. Серебряков // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – 2007. – № 2. – С. 67.

References

1. Avanesov, A. A. Perspektivy proizvodstva yoda v Astrahanskoj oblasti [Prospects of iodine production in the Astrakhan region]. *Geologiya, Geografiya i Globalnaya Energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2009, no. 2 (33), pp. 146–150.
2. Bystrova, I. V., Mercheva, V. S. Prioritety razvitiya gidromineralnogo proizvodstva v Astrahanskoj oblasti [Priorities for the development of hydromineral production in the Astrakhan region]. *Astrahanskiy vestnik ekologicheskogo obrazovaniya* [Astrakhan Bulletin of environmental education], 2014, no. 4, pp. 37–45.
3. Vinograd, N. A. Sovremennoe proizvodstvo yoda iz gidromineralnogo syrya v stranakh SNG [Modern production of iodine from hydromineral raw materials in CIS countries]. *Vestnik SPbGU. Seriya 7* [Vestnik St. Petersburg University. Series 7], 2003, vol. 3, no. 23.
4. Grigorovich, V. Ya., Mitalev, I. A., Serebryakov, O. I. Sostoyanie i ispolzovanie prirodnykh resursov Astrahanskoj oblasti [State and use of natural resources of the Astrakhan region]. *Geologiya, Geografiya i Globalnaya Energiya* [Geology, geography and global energy], 2009, no. 3 (34), pp. 36–40.
5. Serebryakov, O. I. Perspektivy razvitiya mineralno-syrevooy bazy na Astrahanskom GKМ [Prospects for the development of the mineral resource base at the Astrakhan GKM]. *Razvitie i osvoenie neftyanykh i gazokondensatnykh mestorozhdeniy* [Development and development of oil and gas condensate fields: scientific], 2003, vol. 4, pp. 79–82.
6. Serebryakov, O. I., Serebryakov, A. O. Gidrogeologicheskie usloviya chetvertichnogo vodonosnogo kompleksa yugo-zapadnoy chasti Prikaspiyskoj vpadiny [Hydrogeological conditions of the Quaternary water-bearing complex of the South-Western part of the Caspian basin]. *Geologiya, Geografiya i Globalnaya Energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2010, no. 2 (37), pp. 18–29.
7. Smirnova, T. S., Bystrova, I. V., Karabaeva, A. Z. Istoriya razvitiya gidromineralnykh lechebnykh resursov Prikaspiyskoj vpadiny [History of development of hydromineral medical resources of the Caspian basin]. *Geologiya, Geografiya i Globalnaya Energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2017, no 3 (66), pp. 30–37.
8. Smirnova, T. S., Serebryakov, O. I. Nanotekhnologiya polucheniya produktov yoda iz prirodnykh podzemnykh vod [Nanotechnology for obtaining iodine products from natural underground waters]. *Yuzhno-Rossiyskiy vestnik geologii, geografii i globalnoy energii* [South-Russian Bulletin of Geology, Geography and Global Energy], 2007, no. 2, pp. 65–66.

9. Smirnova, T. S., Serebryakov, O. I. Razrabotka i sozдание obshchegosudarstvennogo nauchno-tehnologicheskogo resursosberegayushchego prirodnogo kompleksa polucheniya importozameshchayushchih mikroelementov i soputstvuyushchih materialov [Development and creation of a national scientific and technological resource-saving natural complex for obtaining import-substituting microelements and related materials]. *Yuzhno-Rossiyskiy vestnik geologii, geografii i globalnoy energii* [South-Russian Bulletin of Geology, Geography and Global Energy], 2007, no. 2, p. 67.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ РЕСУРСЫ ПОДЗЕМНЫХ ГИДРОСИСТЕМ

Серебряков Андрей Олегович, магистр, старший преподаватель, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: Geologi2007@yandex.ru

Подземные гидросистемы характеризуются сложным литологическим, горно-геологическими и гидрогеологическими условиями залегания продуктивных горизонтов и выдержанностью распространения их состава и толщин на значительной территории, а также неоднородностью фильтрационных свойств водовмещающих пород. Площадное распространение литологических горизонтов достоверно изучается глубоким, структурным и разведочным бурением, материалы которых позволяют рассматривать при аналитических исследованиях литологические горизонты как неограниченные в плане системы. В геологических разрезах подошвы и кровли продуктивных водоносных горизонтов представлены толщами непроницаемых флюидоупорных глин, которые являются локальными или региональными непроницаемыми границами.

Ключевые слова: подземные воды, фильтрация, бурение, водозабор, пласт

ASSESSMENT OF COMMERCIAL RESERVES OF UNDERGROUND WATERS

Serebryakov Andrey O., Master, Senior Lecturer, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: Geologi2007@yandex.ru

Underground hydraulic systems are characterized by complex lithological, mining-geological and hydrogeological conditions for the occurrence of productive horizons and the consistency of the distribution of their composition and thickness over a large area, as well as heterogeneity of the filtration properties of water-containing rocks. The areal distribution of lithological horizons is reliably studied by deep, structural and exploratory drilling, the materials of which allow us to consider lithological horizons as unlimited in terms of the system during analytical studies. In geological sections, the soles and roofs of productive aquifers are represented by thicknesses of impermeable fluid-resistant clays, which are local or regional impermeable boundaries.

Keywords: groundwater, filtration, drilling, water intake, formation

Подземные промышленные гидросистемы характеризуются наличием в них повышенных концентраций растворенных элементов. Изменения гидрохимических параметров при эксплуатации подземных вод значительно более консервативно, чем гидродинамических, а размеры зоны, влияющей на изменение качества отбираемой из скважин воды, несоизмеримо меньше размеров зоны гидродинамического воздействия работы водозабора. Оценка промышленных ресурсов подземных гидросистем при работе 25-летнего срока (T) эксплуатации осуществляется по «системе поршневого вытеснения»:

$$R = \sqrt{\frac{Q \cdot T}{\pi \cdot m \cdot n}}, \quad (1)$$

где R – размеры зоны притока пластовых вод к скважинам (радиус влияния); n – эффективная пористость пород водоносного горизонта.

Эксплуатационные запасы подземных гидросистем измеряются их количеством, которое может быть получено из гидросистемы с помощью геолого-технически