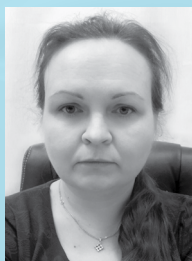


Гидроминеральные ресурсы



Василий Пашкевич,
ведущий научный сотрудник
лаборатории гидрогеологии
и гидроэкологии Института
природопользования
НАН Беларуси, кандидат
геолого-минералогических
наук



Ольга Васнева,
заместитель директора
по науке филиала
«Институт геологии»
Научно-производственного
центра по геологии,
кандидат геолого-
минералогических наук

К числу наиболее ценных видов полезных ископаемых нашей страны относятся гидроминеральные ресурсы, включающие пресные подземные воды, минеральные лечебные воды и промышленные рассолы, потенциально перспективные для добычи брома, йода и редких щелочных металлов (Li, Rb, Cs). Республика обладает очень большими запасами пресных подземных вод. С полным переводом на них г. Минска в январе 2025 г. Беларусь вошла в число немногих государств, хозяйственно-питьевое водоснабжение населения которых полностью обеспечивается за счет глубоко залегающих (артезианских) источников с высоким качеством питьевых вод.

Академик А.П. Карпинский – известный геолог и первый президент АН СССР – называл их важнейшим видом полезных ископаемых. Для Беларуси это является несомненным фактом, учитывая как объемы ежегодной добычи из земных недр, так и значимость для народного хозяйства. Как отмечается в Сан-Пауло-Брюссельской декларации по подземным водам, принятой на 47-м и 48-м конгрессах Международной ассоциации гидрогеологов (IAH), это самый добываемый природный ресурс недр планеты [1]. В документе подчеркивается, что подземные водоносные горизонты – это естественные водохранилища, в которых содержится 97% пресной и жидкой воды Земли, и именно они являются главным союзником в противостоянии изменению климата, поскольку длительные периоды засухи практически не влияют на их водообеспеченность.

Подземные воды как важнейшая составляющая окружающей среды оказывают большое влияние на многие другие ее компоненты, в том числе на поверхностные воды, во многом определяя условия их питания и формирования химического состава (особенно в меженные периоды); на почвы и растительность –

путем непосредственного воздействия на режим увлажнения первых (главным образом – на участках неглубокого залегания грунтовых вод и на мелиорируемых землях) и, как следствие, на условия произрастания второй. В нашей стране это основной ресурс хозяйственно-питьевого водоснабжения населения (групповые водозаборы, одиночные скважины и колодцы), промышленности и сельского хозяйства.

Водные ресурсы в целом (подземные и поверхностные воды) – важная составляющая национального богатства Республики Беларусь. На них, по оценке А.В. Неверова, С.Б. Кочановского и И.В. Войтова, приходится 18,2% общей стоимости «природного капитала» (по состоянию на 01.01.2000 г. она была в 41 раз больше произведенного в 1999 г. ВВП) [2]. При этом доля земельных ресурсов составляет 61,5%, лесосырьевых – 4,8%, минеральных (нефть, каменная и калийные соли, глины и др.) – 12,7%.

Природно-климатические условия нашей страны (умеренный и влажный климат), а также достаточно высокая проницаемость покровных отложений благоприятны для формирования значительных запасов пресных подземных вод. Мощность содержащей их зоны, то есть толщи горных пород (пески, песчаники, трещиноватые доломиты и др.), варьирует от 150 до 400 м и более, составляя в среднем около 300 м (рис. 1). В крайней юго-западной части Беларуси, на участке севернее Бреста, – до 1000–1200 м [3]. Физический объем пресных подземных вод, содержащихся в подземной гидросфере, оценивается от 7852 до 10470 км³ (в среднем 9170 км³), в то же время суммарное количество поверхностных вод в

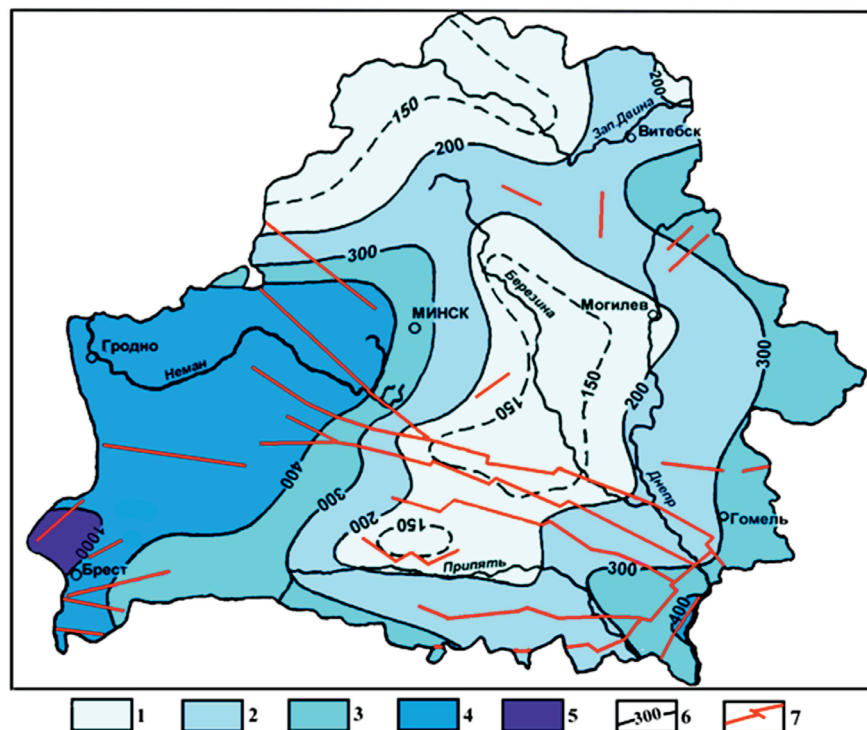


Рис. 1. Мощность зоны пресных подземных вод на территории Беларуси: 1 – менее 200 м; 2 – от 200 до 300 м; 3 – от 300 до 400 м; 4 – от 400 до 1000 м; 5 – более 1000 м; 6 – линии равных мощностей зоны пресных подземных вод; 7 – основные тектонические разломы

реках, озерах и водохранилищах составляет около 9,0 км³ [4, 5]. Таким образом, в общем объеме пресных вод, имеющих на территории нашей страны, 99,9% приходится на подземные.

Основной источник их формирования – атмосферные осадки, большая часть которых испаряется, идет на транспирацию растительностью и поверхностный сток, и лишь 10–20% (65–130 мм) обеспечивают инфильтрационное питание грунтовых вод. Расходование подземных вод (так называемая «разгрузка») происходит вследствие подземного стока в реки, озера, водохранилища, болота и мелиоративные каналы. Некоторый вклад в этот процесс вносит отбор для нужд водоснабжения, а также работа систем водопонижения (водоот-

лива) в карьерах и на строительных площадках. Все это формирует постоянный водообмен, что определяет главную особенность подземных вод – их возобновляемость. Однако темпы этого процесса несравненно более низкие, чем на поверхности (в реках, озерах и др.): в грунтовых водах – десятилетия, а в более глубоких горизонтах напорных (артезианских) подземных вод – столетия и, возможно, тысячелетия. Поэтому сегодня, открывая кран, мы пьем воду, которая в виде дождя и снега выпала на землю сотни лет назад.

В связи с тем, что подземные воды относятся к категории возобновляемых ресурсов, в гидрогеологии их оценивают в «расходных» единицах (м³/сут, км³/год и т.д.). По имею-

щимся данным, их запасы на территории Беларуси составляют 43,6 млн м³/сут (15,9 км³/год) [6], из них разведанные и направляемые на водоснабжение городов и поселков – 6,8 млн м³/сут. В то же время общий водоотбор из утвержденных и неутвержденных запасов не превышает 2,2 млн м³/сут (5% от объема постоянно возобновляемых естественных ресурсов). Это позволяет сделать вывод о том, что имеющиеся ресурсы пресных подземных вод многократно превышают современные и перспективные объемы их потребления, что является важным фактором обеспечения устойчивого социально-экономического развития.

Согласно Водному кодексу Республики Беларусь [7], их рекомендуется использовать в основном для удовлетворения хозяйственно-питьевых нужд и ограниченно – в промышленности (главным образом пищевой). Вместе с тем, учитывая то, что этого ресурса много и он возобновляемый, можно ставить вопрос о более широком его применении и в других отраслях, в частности в сельском хозяйстве для нужд орошения земель в условиях изменяющегося климата и т.д. Однако в каждом конкретном случае это должно обосновываться соответствующими расчетами для исключения негативных последствий для источников питьевого водоснабжения.

Наличие значительных объемов природных богатств не снимает с повестки дня проблему их рационального использования. В последние десятилетия подземные воды испытывают постоянно возрастающие антропогенные нагрузки, которые создают угрозы качеству, а на участках интенсивного сосредоточенного водоотбора приводят к истощению

запасов. Так, например, в пределах Минской городской агломерации и на прилегающей территории, где расположены 12 крупных групповых водозаборов с несколькими сотнями артезианских скважин, сформировалась огромная депрессионная воронка диаметром до 40 км, которая оказала негативное влияние и на поверхностные воды, обуславливая резкое снижение стока малых рек – притоков Свислочи: Цны, Слепянки, Переспы, Лошицы, Волмы и др. На некоторых участках произошло их полное пересыхание.



Рис. 2. Колодец в Хойникском р-не, Гомельская обл.



Рис. 3. Наблюдательная скважина 104 Хоновского гидрогеологического поста (самоизлив)

Важнейший проблемный вопрос, требующий скорейшего решения, – необходимость улучшения качества потребляемых питьевых вод. В первую очередь это касается сельского населения, существенная часть которого (не менее 1,5 млн человек) продолжает пользоваться колодцами, эксплуатирующими неглубоко залегающие грунтовые воды, подверженные коммунально-бытовому и сельскохозяйственному загрязнению (рис. 2) [5].

Наиболее часто наблюдаются превышения уровней предельно допустимых концентраций по нитратам (NO₃-) (45 мг/л), характеризующимся токсикологическим показателем вредности [8]. Их содержание нередко достигает 300–500 мг/л и более (7–11 ПДК). Неблагополучными в этом отношении, а также по микробиологическим показателям были признаны 40–80% колодцев, обследованных в 1990–2010 гг. [9].

В последние десятилетия наблюдается тенденция постепенного снижения уровня антропогенного загрязнения воды в сельских колодцах, что связано как с сокращением количества домашнего скота и птицы на подворьях, улучшением их санитарного состояния, так и со спадом интенсивности использования приусадебных участков. В 2003–2023 гг. удельный вес проб воды источников нецентрализованного водоснабжения (прежде всего колодцев), не отвечающих гигиеническим нормам по санитарно-химическим показателям, уменьшился до 19,4% [10, 11]. Однако масштабы загрязнения их вод в целом все еще достаточно высокие, и это позволяет констатировать: сельское водоснабжение продолжает оставаться одной из самых актуальных геоэкологических проблем.



Рис. 4. Использование минеральных лечебных вод в санаторно-курортных учреждениях и предприятиях по розливу лечебно-столовых вод

Природной особенностью пресных подземных горизонтов Беларуси, как и всех соседних стран зоны гумидного климата (Россия, Польша, Литва и др.), является избыток в воде железа (Fe^{2+} и Fe^{3+}), что ухудшает ее органолептические качества (вкус, цвет, мутность). Содержание данного элемента иногда достигает $5,0\text{--}10,0\text{ мг/дм}^3$, многократно превышая уровень ПДК, установленный для питьевых вод ($0,3\text{ мг/л}$). Такая ситуация фиксируется примерно в 50% всех артезианских скважин (рис. 3), а в зоне Полесья – до 70–80% и более, из-за чего возникает необходимость широкого применения на водозаборах систем обезжелезивания [3].

В силу природных факторов на некоторых участках превы-

шены показатели по марганцу ($>0,1\text{ мг/л}$), фтору ($>1,5\text{ мг/л}$), барию ($>0,7\text{ мг/л}$), бору ($>0,5\text{ мг/л}$) и кремнию ($>10\text{ мг/л}$), которые (кроме марганца) характеризуются токсикологическими показателями вредности, требуя обязательного удаления. Однако, в отличие от железа, технологии, с помощью которых можно решить проблему (деманганизация, обесфторивание и т.д.), весьма сложные, что нередко заставляет отказываться от эксплуатации вскрывающих такие воды скважин. Все это свидетельствует о том, что обеспечение потребителей питьевой водой высокого качества даже из подземных источников требует, как правило, применения методов, предполагающих достаточно сложный процесс водоподготовки.

Ценной разновидностью гидро-минеральных ресурсов Беларуси являются минеральные лечебные воды. Следует отметить, что термин «минеральные воды» относится не только к водам повышенной минерализации ($>1,0\text{ г/л}$), но и к пресным, обладающим лечебным эффектом в силу особого состава (например, радоновые, железистые, ультрапресные и т.д.). На территории нашей страны выявлено 245 участков минеральных подземных вод, расположенных в основном в Витебской (35,8% всех месторождений), Гомельской (23,6%) и Минской (23,3%) областях. Гораздо меньше их в Брестской (7,7%), Могилевской (7,4%) и особенно – Гродненской (2,3%) областях. Общие разведанные запасы оцениваются в $61,5\text{ тыс. м}^3/\text{сут}$, но объем их добычи не превышает $1,0\text{ тыс. м}^3/\text{сут}$. 85 санаторно-курортных и лечебных учреждений страны располагают минеральными лечебными водами и используют их, в том числе 31 – в Минской, 24 – в Гомельской, 11 – в Могилевской, 9 – в Витебской, 6 – в Брестской, 4 – в Гродненской областях. Бутилированные минеральные воды выпускают около 40 предприятий, основные из которых – Минский завод безалкогольных напитков (МЗБН), «Дарида» и «Фрост» (рис. 4). Объем экспорта их продукции в Россию, Латвию, Украину в 2021 г. составил 7,3 млн долл.; импорта из Грузии, России и Украины в этом же году – 19,7 млн долл. В 2006–2021 гг. экспорт минеральной воды вырос с 2,4 до 7,3 млн долл. (в 3 раза), а импорт – с 2,5 до 19,7 млн долл. (почти в 8 раз), что говорит о существенном дисбалансе не в пользу Беларуси. Важнейшая проблема – необходимость более полного освоения ресурсов минеральных вод, преодоление имеющегося разрыва между

объемами разведанных запасов (61,5 тыс. м³/сут.) и современной добычей (менее 1,0 тыс. м³/сут.), а также увеличение экспорта. Это может быть достигнуто за счет лечебных вод. 12 их типов имеются в нашей стране: 7 оцениваются как перспективные, но требующие проведения комплекса геологоразведочных работ, а 5 активно применяются в санаторно-курортных учреждениях и для бутылочного розлива [3]. К числу последних относятся: хлоридные натриевые («Минская-3» и др., являются наиболее распространенными), сульфатные кальциевые («Боровая» и др.), йодо-бромные рассолы (в санатории «Летцы»), радоновые воды (санаторий «Радон») и высокогуминовые (санаторий «Сосны» в Гомельской обл.). Помимо этого установлено наличие, но не разведаны и не оценены запасы борных вод типа «Поляна Квасова» (Украина), железистых, аналогичных «Марциальным» (Карелия, Россия), сульфидные рассолы, подобные «Молла-Кара» (Туркменистан), сероводородные маломинерализованные воды, идентичные

«Кемери» (Латвия), кремнистые воды, схожие с «Volvic» (Франция), воды с высоким содержанием органических веществ битумного характера, как «Нафтуса» (Украина), и ультрапресные подземные воды типа «Спа» (Бельгия).

Наиболее перспективно освоение ресурсов железистых и ультрапресных подземных вод. Необходимое предварительное условие – проведение в должном объеме геологоразведочных работ для оценки эксплуатационных запасов месторождений, что позволит вести поиск инвесторов как для организации производства бутилированных вод, так и для строительства санаторно-курортных учреждений в местах залегания ресурса.

Промышленные рассолы были выявлены в республике в конце 60-х – начале 70-х гг. в районе Припятского прогиба, в пределах которого расположены все белорусские месторождения нефти, каменной и калийных солей. Припятский бассейн промышленных рассолов по содержанию брома, йода, строн-

ция и редких щелочных металлов (Li, Rb, Cs) занимает одно из ведущих мест в мире [6]. В его пределах разведаны Речицко-Шатилковское, Червонослободское, Копаткевичско-Мозырское и Ельское месторождения, эксплуатационные запасы оценены только по первым двум. Суммарные запасы промышленных рассолов составляют в них 4198 м³/сут; брома – 4824 т/год; йода – 20,0 т/год; редких металлов – 1639 т/год. В 1990-х гг. на базе скважины №504 на Борисовской площади в Октябрьском районе Гомельской области отрабатывалась методика добычи и переработки рассолов с целью выделения йода и брома на опытной установке с использованием электрохимической технологии. Хотя первый белорусский йод и был получен, в целом методика не показала достаточной результативности. Поэтому можно констатировать, что в Беларуси пока нет эффективных и рентабельных технологий освоения гидроминеральных ресурсов промышленных рассолов. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. São-Paulo-Brussels Groundwater Declaration /47th IAH Congress, Brasil – 48th IAH Congress. Brussels, 2021 // <http://www.iah2021belgium.org/>.
2. Неверов А.В. Методологические аспекты эколого-экономической оценки природных ресурсов как составного элемента национального богатства и базы устойчивого развития / А.В. Неверов, С.Б. Кочановский, И.В. Войтов // Белорусский экономический журнал. 2000. №2. С. 14–28.
3. Кудельский А.В., Пашкевич В.И. Региональная гидрогеология и геохимия подземных вод Беларуси / А.В. Кудельский, В.И. Пашкевич. – Минск, 2014.
4. Кудельский А.В. Подземные воды Беларуси / А.В. Кудельский, В.И. Пашкевич, М.Г. Ясоев. – Минск, 1998.
5. Национальная стратегия управления водными ресурсами в условиях изменения климата на период до 2030 г. // www.etalonline.by/document/?regnum=c22200091.
6. Полезные ископаемые Беларуси / редкол.: П.З. Хомич [и др.]. – Минск, 2002.
7. Водный кодекс Республики Беларусь, 30.04.2014 г., №149-З // <http://etalonline.by/document/?regnum=hk1400149>.
8. Постановление Совета Министров Республики Беларусь 25.01.2021 г. №37 «Об утверждении гигиенических нормативов» // <http://etalonline.by/document/?regnum=c22100037>.
9. Пашкевич В.И., Жогло В.Г. Прогноз состояния подземных вод / В.И. Пашкевич, В.Г. Жогло // Прогноз состояния природной среды Беларуси на период до 2035 года. – Гл. 5. – Минск, 2022.
10. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 2003 г.). – Минск, 2004.
11. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 2023 г.). – Минск, 2024.