

ских, геокриологических и геоэкологических работ // Разведка и охрана недр. — 2014. — № 8. — С. 11–15.

3. Дубровин В.А., Крицук Л.Н. Проблемы геокриологических исследований в осваиваемых районах Арктики и Субарктики // Разведка и охрана недр. — 2014. — № 8. — С. 28–31.

4. Закутин В.П., Голицын М.С., Швец В.М. Актуальные проблемы изучения и оценки качества подземных питьевых вод // Водные ресурсы. — 2012. — Т. 39. — № 5. — С. 485–495.

5. Лукьянчиков В.М., Плотникова Р.И., Лукьянчикова Л.Г. Состояние минерально-сырьевой базы подземных вод России, проблемы ее учета и воспроизводства // Разведка и охрана недр. — 2014. — № 8. — С. 15–23.

6. Морозов А.Ф., Круподеров В.С., Куренной В.В. Гидрогеологическая карта территории Российской Федерации. Условия формирования питьевых подземных вод России/ Питьевые подземные воды. Изучение, использование и информационные технологии: Материалы междуна. науч.-практ. конф. — М.: ВСЕГИНГЕО, 2011. — С. 3–31.

© Коллектив авторов, 2015

Голицын Михаил Сергеевич // mgolitsin@yandex.ru

Конюхова Татьяна Андреевна // mgolitsin@yandex.ru

Астанина Ольга Николаевна // mgolitsin@yandex.ru

Кузнецова Татьяна Александровна // mgolitsin@yandex.ru

УДК 556.3+553.042:556.388.4

**Плотникова Р.И., Кашина Н.П., Комягина В.А.
(ФГУП «ВСЕГИНГЕО»)**

ПРОГНОЗНЫЕ РЕСУРСЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ КАК ИСТОЧНИКОВ ГИДРОМИНЕРАЛЬНОГО И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЫРЬЯ АРТЕЗИАНСКИХ БАССЕЙНОВ

*Рассмотрены перспективы использования подземных вод глубоких горизонтов артезианских бассейнов в качестве теплоэнергетического и гидроминерального сырья с помощью расконсервации имеющихся глубоких скважин нераспределенного фонда недр на территории ЦФО и СЗФО, пробуренных ранее для поисков нефти, газа и других целей. Выделены продуктивные горизонты и комплексы, содержащие подземные воды, пригодные для использования в качестве теплоносителя и извлечения промышленных компонентов. Приведены основные характеристики этих горизонтов и результаты оценки прогнозных ресурсов. Выделены наиболее перспективные для этих целей площади и скважины. **Ключевые слова:** прогнозные ресурсы, теплоэнергетическое и гидроминеральное сырье, нераспределенный фонд недр.*

Plotnikova R.I., Kashina N.P., Komyagina V.A. (VSEGINGEO)

PREDICTED GROUNDWATER RESOURCES OF THE DEEP HORIZONS AS SOURCES OF HYDROMINERAL AND HEAT-POWER-GENERATING RAW PRODUCTS OF ARTESIAN BASINS

Prospects of using groundwater of deep horizons of artesian basins as heat-power and hydromineral raw products by means of reactivating the existing deep wells from the undistributed fond of mineral resources on the CFR and NWFR territories, drilled earlier for searching oil, gas and other purposes, are discussed. There are defined productive horizons and complexes containing groundwater that is suitable to be used as heat carriers and for extraction of industrial components; there are given basic characteristics of these horizons and results of estimation of the predicted resources. There are distinguished the

sites and wells that are the most perspective for these purposes.

Key words: predicted resources, heat-power and hydromineral raw products, undistributed fond of mineral resources.

В условиях роста энергопотребления, обострения экологических проблем при использовании традиционных видов топлива и ограниченности их ресурсов несколько последних десятилетий активно обсуждается, а в ряде стран в той или иной мере реализуется концепция нетрадиционных источников энергии. Геотермальная энергия — важнейший из нетрадиционных возобновляемых источников энергии, который уже сегодня конкурентно способен.

В настоящее время почти в 60 странах мира выявлены источники геотермальной энергии различного потенциала, пригодные для практического использования. Достигнутые мощности геотермальных станций (Гео-ТЭС), работающих в 35 странах мира, составляют 10715 МВт с общей годовой выработкой 67,2 млрд. кВт/ч. Однако речь идет в основном о высокопотенциальных геотермальных ресурсах. Согласно оценкам экспертов до 40 % затрат при создании Гео-ТЭС уходят на бурение скважин, что сдерживает использование низкопотенциальных (температура ниже 79 °С) термальных вод артезианских бассейнов.

В то же время в России в поисках нефти и газа по экспертным оценкам пробурено более 1 млн. глубоких скважин. Из них по данным «Федерального реестра скважин» около 22 433 скважин, пробуренных за государственный счет, находятся в нераспределенном фонде недр Российской Федерации.

В Центральном и Северо-Западном федеральных округах (ФО) в пределах Московского (МАО) и прилегающих к нему артезианских бассейнов (Ветлужского, Северо-Двинского и др.), а также Печорского имеется большое количество глубоких скважин, вскрывающих подземные воды, представляющие интерес как теплоэнергетическое и гидроминеральное сырье при условии их комплексной переработки с использованием инновационных технологий. С другой стороны, в густонаселенных областях этих округов велика потребность в экологически благоприятном источнике энергии, приближенном к потребителю.

В связи с этим ОАО «НПЦ «Недра» и ФГУП «ВСЕГИНГЕО» выполнена работа по оценке перспектив использования ресурсного потенциала теплоэнергетических и промышленных вод (гидроминерального сырья) с помощью имеющегося фонда глубоких скважин, находящихся в нераспределенном фонде недр. В статье рассматриваются результаты оценки прогнозных ресурсов подземных вод, вскрытых этими скважинами, выполненной ВСЕГИНГЕО без технологических и технических решений, предложенных ОАО «НПЦ «Недра».

До сих пор оценка прогнозных ресурсов рассматриваемых типов подземных вод осуществлялась отдельно для теплоэнергетических целей и добычи полезных компонентов. В том и другом случае задача региональной оценки прогнозных ресурсов подземных вод относится к классу оптимизационных задач, конечной целью которой является выбор оптимального варианта промышленного освоения ресурсов подземных вод с

позиции экономической целесообразности. Особенность подхода к названной проблеме заключается в оценке возможностей использования в качестве эксплуатационных ранее пробуренных глубоких скважин (параметрических, опорных, поисковых на нефть и газ). Это позволит существенно сократить расходы на дорогостоящее бурение глубоких скважин и исключить расходы на их ликвидацию. Комплексное использование позволит удешевить утилизацию отработанных вод. Другая особенность заключается в ориентации не только на крупных потребителей, как это было при прежних региональных оценках, но и на местных (приближенных к источнику сырья) с небольшими потребностями. Этим определяются некоторые различия в принципах и методике оценки прогнозных ресурсов рассматриваемых типов подземных вод.

Для оценки прогнозных ресурсов требуется информация о геолого-гидрогеологических условиях, возможных величинах гидрогеологических параметров и показателей, о вероятном качестве теплоэнергетических или промышленных вод. Оценка прогнозных ресурсов рассматриваемой территории основывается на результатах геологических, геофизических, гидрогеологических, геотермических, гидрогеохимических исследований, выполненных по глубоким скважинам (параметрическим, опорным, структурным, поисковым), пробуренным ранее для оценки перспектив территории на выявление нефти и газа. Полноценное региональное гидрогеологическое обобщение этих данных с количественной оценкой ресурсов ранее не проводилось.

Для региональной оценки прогнозных ресурсов выполнено гидрогеологическое расчленение разреза каждой скважины. Рассматриваемые глубокие скважины пробурены в разные периоды (от 1950-х годов до последних лет), чем обусловлена разная стратификация по ним как геологического, так и гидрогеологического разреза территории. Большая часть территории ЦФО относится к Московскому и Ветлужскому артезианским бассейнам, небольшие участки — к Приволжско-Хоперскому и Волго-Сурскому бассейнам, примыкающим к Московскому. Для этой территории нами принято за основу уточненное более детальное гидрогеологическое расчленение, сделанное при создании гидрогеологической карты МАБ масштаба 1:500 000, принятой НРС «Роснедра» в 2012 г. На территории СЗФО выделяются Балтийско-Польский (Калининградская обл.), Северо-Двинский, Печорский и Печоро-Предуральский бассейны. Для этих бассейнов гидрогеологическое расчленение выполнено в соответствии со схемой стратификации, принятой для ведения ГМСН НТС ФАН «Роснедра» (2011 г.).

Гидрогеологическая стратификация. В пределах Московского, Ветлужского, Приволжско-Хоперского и части Северо-Двинского артезианских бассейнов продуктивными (потенциально перспективными для использования подземных вод в качестве теплоносителя и извлечения из них ряда химических компонентов) являются следующие водоносные комплексы или горизонты:

франско-фаменский (D_3 f-fm) и эмско-франский (D_{1-3} e-f) водоносные горизонты;

ордовикский (O), кембрийский (Є), вендский (V) и рифейский (R) водоносные комплексы;

Выделенные водоносные горизонты в девонских отложениях разделены франским (D_3 f) и эмским (D_1 e) водоупорными горизонтами. В нижележащих отложениях выделить горизонты не удалось.

В пределах Северо-Западного ФО гидрогеологическая стратификация для площадей Печорского, Печоро-Предуральского предгорного, Северо-Двинского и Балтийско-Польского артезианских бассейнов различна.

На региональном уровне в пределах Печорского артезианского бассейна продуктивными являются пермский, каменноугольный, девонский, силурийский и ордовикский комплексы. Согласно принятой стратификации они подразделяются на: уфимско-вятский водоносный горизонт (P_{1-3} u-v); артинско-уфимский водоупорный горизонт (P_1 ag-u); ассельско-артинский водоносный горизонт (P_1 a-ag); гжельский водоупорный горизонт (C_3 g); московско-гжельский водоносный горизонт (C_{2-3} m-g); московский водоупорный горизонт (C_2 m); серпуховско-башкирский водоносный горизонт (C_1 s- C_2 b); серпуховский водоупорный горизонт (C_1 s); визейский водоносный горизонт (C_1 v); визейский водоупорный горизонт (C_1 v); франско-турнейский водоносный горизонт (D_3 f- C_1 t); франский водоупорный горизонт (D_3 f); пражско-вятский водоносный горизонт (D_{1-3} p-f); лохковский водоупорный горизонт (D_1 l); силурийский (S), ордовикский (O) и кембрийский (Є) водоносные комплексы.

В Печоро-Предуральском предгорном артезианском бассейне пермский, каменноугольный, девонский, силурийский, ордовикский и вендский продуктивные комплексы подразделены на: уфимско-вятский водоносный горизонт (P_{1-3} u-v); уфимско-казанский водоупорный горизонт (P_{1-2} u-kz); артинско-уфимский водоносный горизонт (P_1 ag-u); артинско-кунгурский водоупорный горизонт (P_1 ar-k); артинский водоносный горизонт (P_1 ar); ассельско-артинский водоупорный горизонт (P_1 a-ag); гжельско-ассельский водоносный горизонт (C_3 g- P_1 a); гжельский водоупорный горизонт (C_3 g); московско-гжельский водоносный горизонт (C_{2-3} m-g); московский водоупорный горизонт (C_2 m); серпуховско-башкирский водоносный горизонт (C_1 s- C_2 b); серпуховский водоупорный горизонт (C_1 s); визейский водоносный горизонт (C_1 v); визейский водоупорный горизонт (C_1 v); франско-турнейский водоносный горизонт (D_3 f- C_1 t); франский водоупорный горизонт (D_3 f); пражско-вятский водоносный горизонт (D_{1-3} p-f); лохковский водоупорный горизонт (D_1 l); силурийский (S), ордовикский (O) и вендский (V) водоносные комплексы.

В пределах Балтийско-Польского артезианского бассейна выделяются пермский, девонский, силурийский, ордовикский, кембрийский комплексы, которые подразделены на: казанско-вятский водоупорный горизонт (P_{2-3} kz-v); казанский водоносный горизонт (P_2 kz); уфимский водоупорный горизонт (P_1 u); артинско-уфимский водоносный горизонт (P_1 ag-u); франский водоупорный горизонт (D_3 f); эйфельско-франский водоносный горизонт (D_{2-3} ef-f); эйфельский водоупор-

ный горизонт ($D_2 f$); лохков-эйфельский водоносный горизонт ($D_{1-2} l\text{-}ef$); силурийский (S), ордовикский (O) и кембрийский (E) водоносные комплексы.

Гидравлическая связь водоносных комплексов (горизонтов) осуществляется главным образом в бортовых частях артезианских бассейнов, где сокращается мощность осадочных отложений и выклиниваются водоупоры, а также в зонах разломов и развития трещиноватости.

Вследствие существенного различия (в основном по продуктивным горизонтам и комплексам) гидрогеологических условий оценка прогнозных ресурсов рассматриваемых подземных вод выполнялась отдельно по этим гидрогеологическим структурам или их группам. Методика оценки разрабатывалась на основе использованной ранее, но с учетом специфических задач. Прогнозные ресурсы подземных вод оценивались для наиболее перспективных водоносных подразделений по сочетанию геотемпературных, гидрохимических и гидродинамических показателей для комплексного использования. Ориентировочные предельные значения основных показателей следующие: минимальная температура воды $20\text{ }^{\circ}\text{C}$; глубина скважины 3500 м; минимальная минерализация воды $100\text{--}150\text{ г/дм}^3$; содержание перспективных для извлечения компонентов (мг/л): йод — 10; бром — 200; литий — 10; цезий — 0,5; германий — 0,5; рубидий — 3,0; стронций — 300. С учетом предельных значений основных показателей из расчетов исключены прибортовые части бассейнов и поднятия, т.к. в продуктивных комплексах (горизонтах) развиты маломинерализованные холодные подземные воды, на данном этапе не представляющие практического интереса.

Анализ всех данных и выполненного расчленения разрезов скважин показал достаточную степень обоснованности выделения горизонтов, что в итоге обеспечивает более достоверную оценку гидрогеологических параметров и ресурсов. Однако степень гидрогеологической изученности различных горизонтов существенно отличается как вследствие разного количества скважин, так и количества и качества гидрогеологического опробования.

При современной изученности наиболее перспективными водоносными горизонтами Московского, Ветлужского, Волго-Сурского, Приволжско-Хоперского и Северо-Двинского артезианских бассейнов являются: живетско-нижнефранский ($D_{2-3} zv\text{-}f_1$) водоносный горизонт, включающий отложения пашийского+кыновского горизонтов франского яруса верхнего девона и старооскольского горизонта живетского яруса среднего девона; эмско-эйфельский ($D_{1-2} e\text{-}ef$) водоносный горизонт, включающий отложения эйфельского яруса среднего девона и эмского яруса нижнего девона; майско-тремадокский ($E_2 m\text{-}O_1 t$) водоносный горизонт, включающий отложения майского яруса среднего кембрия и нижнюю часть тремадокского яруса ордовика; верхневендско-нижнекембрийский ($V_2\text{--}E_1$) водоносный горизонт. Каменноугольный (C) и верхнефранско-фаменский ($D_3 f_3\text{--}fm$) водоносные горизонты в глубоких параметрических, опорных и поисковых на нефть скважинах опробова-

лись крайне редко. По Печорскому ($D_3 f\text{-}C_1 t$) артезианскому бассейну наиболее представительная характеристика получена для ассельско-артинского ($P_1 a\text{-}ar$), франско-турнейского ($D_3 f\text{-}C_1 t$), пражско-франского ($D_{1-3} p\text{-}f$) водоносных горизонтов и ордовикского (O) водоносного комплекса. В Печоро-Предуральском артезианском бассейне — франско-турнейский ($D_3 f\text{-}C_1 t$) водоносный комплекс. В Балтийско-Польском артезианском бассейне наибольшими гидродинамическими и гидрохимическими параметрами обладают отложения кембрийского водоносного комплекса.

Задача оценки прогнозных ресурсов подземных вод глубоких горизонтов относится к оптимизационным, т.к. учитывается технико-экономический аспект их добычи и реализации. Ранее, при получении оценок прогнозных ресурсов отдельно для теплоэнергетических и для промышленных вод задача сводилась к оконтуриванию месторождений (по действующей классификации — перспективных площадей, т.к. статус месторождения устанавливается для площадей с оцененными и утвержденными ГКЗ запасами), в пределах которых возможна рентабельная добыча и переработка подземных вод. Это требовало определения производительности рациональных в технико-экономическом отношении водозаборных сооружений по глубине и конструкции скважин, их количеству и схеме размещения.

В данном случае оценка прогнозных ресурсов имеет специфический характер и при этом необходимо учитывать:

во-первых — использование уже пробуренных с гидрогеологическими и другими целями глубоких скважин; во-вторых — комплексное использование скважин как источников тепловой энергии и для добычи максимально возможного числа компонентов; в-третьих — возможность освоения участков мелкими потребителями.

В каждом продуктивном комплексе выделены зоны с различной перспективностью (в пределах оконтуренной по изолинии температуры $20\text{ }^{\circ}\text{C}$) для освоения, прежде всего, по сочетанию гидрогеологических показателей, которые и будут определять в значительной степени рентабельность использования подземных вод в обозначенных целях. Это — производительность водозабора, температура воды, высота ее подъема на поверхность, количество и содержание компонентов, представляющих практический интерес для извлечения. При этом определена возможная производительность каждой скважины с учетом суммарной мощности продуктивного водоносного комплекса. Одиночные скважины рассматриваются как перспективные для освоения мелкими потребителями. Кроме того, при наличии нескольких скважин на сравнительно небольшой площади определяется возможная производительность группового водозабора, который может обеспечить сырьем более крупное предприятие.

Прогнозные ресурсы всей территории рассматриваемых гидрогеологических структур или их частей на базе существующих скважин определяются суммированием величин, подсчитанных по одиночным и групповым водозаборами. Комплекс показателей, по кото-

рым сопоставлялись скважины при первоначальной оценке степени их перспективности для освоения следующий: коэффициент водопроницаемости, определяющий производительность скважин; температура воды в пласте, от которой зависит тепловой потенциал; основной химический состав и содержание микрокомпонентов, от которых зависит ценность воды как гидроминерального сырья для добычи полезных компонентов; глубина скважины и положение статического уровня воды.

Наиболее перспективны скважины с максимальными значениями температуры подземных вод, достаточно высокими значениями коэффициентов водопроницаемости пород и общей минерализации, опосредованно свидетельствующей о высоких концентрациях полезных компонентов и химических соединений, представляющих интерес для добычи хлористого натрия, хлористого кальция, хлористого калия, брома, йода, в перспективе лития и стронция.

При традиционной методике оценки площадей для освоения глубоких подземных вод их перспективность определяется комплексом параметров, из которых основные: 1 — водообильность (водопроницаемость); 2 — целевые характеристики водоносного комплекса (температура, содержание извлекаемых компонентов); 3 — параметры водозабора (глубина, количество скважин, глубина подъема воды). В данном случае при наличии ранее пробуренных скважин можно считать определяющими первые два фактора. По их сочетанию наиболее перспективными для промышленного комплексного освоения в качестве теплоэнергетического и гидроминерального сырья по предварительным оценкам являются площади в Московском и прилегающих бассейнах майско-тремадокского (кембрий-ордовик) горизонта, в Балтийско-Польском — кембрийского. По водообильности представляют интерес скважины, вскрывающие девонские водоносные горизонты — эмско-эйфельский, живетско-нижнефранский, верхнефранско-фаменский (мамонский), но температура, а иногда и минерализация подземных вод в них ниже, поэтому вопрос их освоения требует технико-экономических расчетов. Подземные воды этих комплексов априори пригодны для использования в технологических целях, где необходимы рассолы (для борьбы с оледенением дорог, на ТЭЦ и т.п. целях).

В вендском, самом глубоко залегающем комплексе, более высокая температура, но низкие фильтрационные свойства водоносных пород, что обуславливает незначительные ресурсы подземных вод (низкую производительность скважин при больших понижениях уровня воды). В тех случаях, когда одна и та же скважина перспективна для освоения разных водоносных комплексов, его выбор в дальнейшем должен осуществляться по технологическим, экономическим, социальным и другим показателям.

На протяжении последних 30 лет комплексное использование подземных вод является предметом обсуждения преимущественно в геологической литературе, на съездах и конференциях, но по-прежнему носит декларативный характер при отсутствии каких-либо сдвигов в практической реализации этой идеи.

Подземные воды глубоких горизонтов рассматриваемой территории ЦФО и СЗФО по своим характеристикам и свойствам относятся к низкопотенциальному теплоэнергетическому сырью и одновременно представляют интерес как гидроминеральное сырье для извлечения брома, иногда йода и ряда солей кальция, магния, натрия. Вероятно, впоследствии встанет вопрос об извлечении некоторых редких компонентов (лития, стронция и др.), по которым отсутствуют данные в конкретных использованных для расчетов скважинах, но есть предпосылки для их наличия. Они обнаружены в Московском бассейне в Медягинской скважине, в Букаловской (литий $6,5 \text{ мг/дм}^3$, стронций 750 мг/дм^3). В обобщающих работах упоминаются литий, цезий, бор и др., но конкретные анализы найти не удалось, кроме упомянутых выше. Имеются данные по содержанию редких компонентов в подземных водах на нефтяных месторождениях Печорского и Печоро-Предуральского бассейнов. С позиций именно такого комплексного использования оценивались перспективы эксплуатации фонда глубоких скважин, пробуренных ранее за счет государственного бюджета. Общее количество проанализированных скважин, по которым имелась информация по подземным водам, представляющих интерес в качестве теплоэнергетического и гидроминерального сырья составляет 103. Первичная оценка таких перспектив выполнена исходя из перечисленных выше гидрогеологических характеристик скважин. Реальная производительность ранее пробуренных скважин ограничена диаметром эксплуатационной колонны труб. Именно эта производительность рассматривается как величина прогнозных ресурсов, которой присваивается категория в зависимости от степени их изученности. Во многих случаях при фактически возможном дебите скважин понижения оказались меньше допустимых, что говорит о значительных ресурсах подземных вод участка скважин. Это означает, что при увеличении диаметра или бурении дополнительных скважин можно обеспечить добычу воды в большем количестве. Поэтому подсчитаны и максимально возможные потенциальные ресурсы на участках скважин при заданном допустимом понижении 500 м, которые одновременно позволяют оценить обеспеченность (надежность) прогнозных ресурсов, предлагаемых для апробации в качестве достоверно установленных в соответствии с действующей классификацией теплоэнергетических и промышленных вод.

Оценка прогнозных ресурсов подземных вод выполнена для нескольких водоносных горизонтов, вскрываемых скважинами. Большинство из них имеют региональное распространение и вскрыты подавляющим количеством рассматриваемых скважин. Водоносные горизонты различаются по температуре подземных вод, содержанию полезных компонентов. В связи с этим для многих скважин имеется возможность выбора горизонта для эксплуатации в зависимости от основной цели освоения (получение тепловой энергии и попутное извлечение промышленных компонентов или наоборот), потребности в воде и технико-экономических условий освоения скважин (глубины залегания водоносного горизонта и уровня воды, способа транспортировки воды и т.д.).

При современной степени изученности наиболее перспективным для комплексного использования подземных вод является майско-тремадокский водоносный горизонт. Он опробован в скважинах, расположенных в восточной части Московского артезианского бассейна: водопроводимость 20–30 м²/сут., минерализация 240–299 г/дм³, пластовая температура 33–66 °С. По водообильности и условиям эксплуатации перспективен живетско-нижнефранский водоносный горизонт, вскрытый и опробованный в восточной части Московского артезианского бассейна и на западе Ветлужского бассейна: водопроводимость пород 10–25 м²/сут., минерализация 200–270 г/дм³, пластовая температура 30–51 °С. На площадях Приволжско-Хоперского артезианского бассейна рассматриваемый горизонт имеет хорошую водопроводимость 70–120 м²/сут., но значительно меньшую минерализацию 90–120 г/дм³ и более низкую температуру 18–22 °С, но в определенных условиях эти площади могут представлять интерес.

Менее перспективны эмско-эйфельский, верхневендский-нижнекембрийский, нижневендский водоносные горизонты. Они имеют достаточно высокую температуру и большую минерализацию, но по имеющимся данным довольно неоднородны по фильтрационным свойствам и водообильности. Во многих скважинах водопроводимость этих горизонтов меньше 1–3 м²/сут., но есть и исключения: скважины Солигаличская, Чухломская, Переяславль-Залесская 1–Р, Рыбинские 1 и 2, где они представляют практический интерес для освоения. Окончательное решение об освоении того или иного горизонта в конкретных имеющихся скважинах будет зависеть от технико-экономических факторов. Кроме того, наличие нескольких продуктивных горизонтов в одной скважине позволяет ее использовать существенно дольше заложенного в расчеты срока.

Во всех случаях наиболее перспективны для комплексного промышленного освоения площади, на которых имеется несколько скважин при приемлемых расстояниях между ними, что позволит обеспечить предприятие сырьем для его рентабельной работы. Одинокные скважины, находящиеся вдали от других, следует рассматривать как источник тепла для небольших объектов с одновременным использованием для таких технических нужд, как борьба с оледенением на автомобильных дорогах, в качестве реагента на ТЭЦ и т.п.

В последнее время появились сообщения (Эксперт ONLINE) о разработке в Тюменском университете методов извлечения полезных компонентов из подземных вод с помощью небольших модулей непосредственно на скважине, что при определенных условиях может способствовать комплексному освоению низкопотенциальных теплоэнергетических и промышленных вод с помощью имеющегося фонда глубоких скважин.

Все расчеты прогнозных ресурсов выполнены, исходя из полной и расчетной эффективной мощности продуктивного водоносного горизонта, что следует учитывать при освоении скважин путем перфорации соответствующих интервалов.

Сопоставление всех полученных результатов и высказанных соображений позволяет считать наиболее перспективными следующие площади, где на относительно небольших расстояниях имеются по несколько скважин со значительными ресурсами подземных вод: в Костромской обл. — Ореховская (3 скв.), в Ярославской обл. — Любимская (3 скв.), Рыбинская (2 скв.), Даниловская (5 скв.), а также скважина Медягинская. В СЗФО представляют интерес Гагаринская, Карнышская, Нейская, Буйская, Солигаличская скважины на территории, гидрогеологические условия которой близки к Московскому бассейну. Например, скважины

Прогнозные ресурсы теплоэнергетического гидроминерального сырья по ЦФО и СЗФО

ФО	Категория прогнозных ресурсов	Бассейн подземных вод	Прогнозные ресурсы, м ³ /сут.	Количество тепла, ГДж/год	Br, т/год	CaCl ₂ , т/год	MgCl ₂ , т/год	NaCl, т/год
СЗФО			20 904,0	1 743 591,2	26 313,6	312 799,1	103 456,3	922 096,4
	P ₁	ВСЕГО	1 190,0	125 144,5	428,7	30 709,1	8 199,3	41 799,4
		Балтийско-Польский	1 190,0	125 144,5	428,7	30 709,1	8 199,3	41 799,4
	P ₂	ВСЕГО	19 714,0	1 618 446,8	25 884,9	282 090,0	95 257,1	880 297,0
		Балтийско-Польский	5 297,0	587 065,1	1 638,6	102 505,2	29 610,6	190 237,6
		Ветлужский	4 710,0	299 997,0	23 297,7	81 109,6	30 013,0	281 974,9
		Печорский	9 414,0	703 805,0	926,1	96 360,2	34 962,1	395 643,0
		Печоро-Предуральский	293,0	27579,7	22,5	2 115,03	671,4	12 441,6
ЦФО			31 572,0	2 298 439,0	6 806,4	585 522,8	209 020,5	1 807 772,7
	P ₁	ВСЕГО	6 050,0	559 560,5	1 528,5	129 179,1	41 241,3	371 468,3
		Ветлужский	340,0	29 190,8	82,9	9 054,3	2 504,3	23 185,6
		Московский	5 030,0	506 693,8	1 365,2	114 983,3	35 629,5	327 420,3
		Приволжско-Хопёрский	680,0	23 675,9	80,4	5 141,5	3 107,5	20 862,5
	P ₂	ВСЕГО	25 522,0	1 738 878,6	5 277,9	456 343,7	167 779,2	1 436 304,4
		Ветлужский	8 394,0	636 406,8	2 001,2	181 154,8	59676,8	546 266,1
		Московский	16 448,0	1 079 984,1	3 212,9	269 634,2	103 103,7	874 713,2
		Приволжско-Хопёрский	680,0	22 487,8	63,7	5554,7	4998,8	15 325,1

Даниловской площади имеют суммарные прогнозные ресурсы 4224 м³/сут., которые обеспечат получение тепла в количестве 944,9 ГДж/сут. и брома 1105,3 т/год.

Хорошие перспективы использования имеющегося фонда скважин связаны с Калининградской областью, где они бурились при поисках нефти. Здесь в кембрийском горизонте имеются значимые ресурсы подземных вод, пригодных в качестве источника тепла и минерального сырья. Из нераспределенного фонда скважин, по которым оказалась возможной оценка параметров и прогнозных ресурсов, наиболее перспективны Куликовская, Ушаковская и Веселовская площади. Здесь наблюдается падение добычи нефти и использование геотермальных ресурсов может оказаться вполне реальным и с экономических позиций вследствие дефицита тепловых энергоносителей.

С Печорским бассейном многие исследователи уже давно связывают перспективы использования подземных вод как гидроминерального сырья, при этом упоминаются в основном площади, выявленные при поисках нефти и газа. Предпринимались попытки («Печорнипинефть») технико-экономического обоснования использования попутных вод с промышленными содержаниями брома и других компонентов, однако до реализации они не доведены. Тем не менее, в геологической литературе упоминается множество проявлений высокоминерализованных подземных вод с промышленными содержаниями полезных компонентов (йода, брома, цезия, рубидия, лития, стронция, калия) в основном вскрытых на нефтяных месторождениях. Так, на карте масштаба 1:1 000 000 лист Q-40 Печора показано 62 таких объекта. По мнению авторов наиболее перспективен на гидроминеральное сырье визейско-нижнепермский водоносный комплекс. Количество скважин нераспределенного фонда здесь также велико, однако подземные воды в этих скважинах изучены слабо. По имеющейся информации можно выделить Южно-Терехевейскую, Лебединскую, Восточно-Созьвинскую, Сосьянскую, Сотчемьюсскую и В. Макарьевскую площади.

Следует отметить, что по действующей классификации обеспечение изученности участка недр с квалификацией запасов подземных вод по промышленным категориям требует проведения большого объема разведочных работ. В современных экономических условиях представляется возможным сократить этап геологического изучения путем проведения оценочных работ в виде расконсервации и гидрогеологического опробования наиболее перспективных скважин нераспределенного фонда недр при наличии потенциального потребителя. В таблице приведены прогнозные ресурсы воды, тепла, брома и солей по кат. Р₁ и Р₂ по артезианским бассейнам и в целом по Центральному и Северо-Западному ФО. По кат. Р₁ прогнозные ресурсы воды по ЦФО — 6050 м³/сут., по СЗФО — 1190 м³/сут. По кат. Р₂ прогнозные ресурсы воды по ЦФО — 25522 м³/сут., по СЗФО — 19714 м³/сут.

Выполненные в основном с гидрогеологических позиций оценки показали, что имеющийся фонд глубоких скважин позволит обеспечить значительные запасы тепла, брома, ряда солей при существенно меньших

затратах на их освоение, чем при бурении новых скважин. Наиболее перспективными для дальнейшего изучения с целью реального освоения должны рассматриваться скважины с запасами по кат. Р₁ и в первую очередь те, где площади включают несколько скважин.

Включение в хозяйственный оборот существующих глубоких скважин положительно повлияет на экономическое развитие регионов. Перспективным представляется комплексное использование термальных рассолов с применением тепловых насосов и извлечением полезных компонентов. Пионерами в решении проблемы комплексного использования низкопотенциальных термальных вод глубоких горизонтов в Центральном районе России является ОАО «НПЦ «Недра». В рамках работы по данному объекту ими выполнены технологические и экономические проработки с учетом полученных величин прогнозных ресурсов подземных вод, которые, как мы надеемся, будут также опубликованы.

В России имеются научные учреждения, которые могли бы разработать эффективные способы химической переработки гидроминерального сырья и расширить сферы его хозяйственного применения.

© Плотникова Р.И., Кашина Н.П., Комягина В.А., 2015

Плотникова Роза Ивановна // riplotnikova@mail.ru

Кашина Нина Павловна // kashin-nin@yandex.ru

Комягина Валентина Алексеевна // komyaginav@yandex.ru

УДК 556.3 (47+57) (044.4)

Егоров Т.С., Ершов В.В. (ФГУП «ВСЕГИНГЕО»)

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАСЧЛЕНЕНИЯ ПЛИОЦЕН–ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЕЧОРСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА

*Рассмотрены основные особенности гидрогеологического расчленения плиоцен-четвертичных отложений на территории Печорского артезианского бассейна. Проанализированы основные проблемы и сложности корреляции собранных данных. Приведена общая корреляционная схема для ПАБ, используемая также на территории РФ. Намечены пути к выделению водоносных горизонтов и комплексов. При этом дискуссионным продолжает оставаться вопрос о влиянии многолетнемерзлых пород на гидрогеологическое расчленение плиоцен-четвертичных отложений. **Ключевые слова:** гидрогеологическое расчленение, гидрогеологическая стратификация, корреляция, подземные воды, мерзлые породы, талик.*

Egorov T.S., Ershov V.V. (VSEGINGEO)

FEATURES OF HYDROGEOLOGICAL DISSECTION OF THE PLIOCENE-QUATERNARY SEDIMENTS PROFILE OF THE PECHORA ARTESIAN BASIN

Basic features of the hydrogeological dissection of the Pliocene-Quaternary sediments in the Pechora Artesian Basin (PAB) territory. Analyzed the main problems and difficulties of correlation of the collected data. Shows the general correlation scheme for PAB, also used in the Russian Federation. Ways to allocation of the water-bearing horizons and complexes are planned. But the question about an influence of perennally