

- and hydrothermal resources of salty lakes of north-west Mongolia]. *Khimiya v interesakh ustoychivogo razvitiya*, 2011, vol. 19, no. 2, pp. 141–150.
14. Isupov V.P., Vladimirov A.G., Lyakhov N.Z., Shvartsev S.L., Ariunbileg S., Kolpakova M.N., Shatskaya S.S., Chupakhina L.E., Kuybida L.V., Moroz E.N. Uranonosnost vysokomineralizovannykh ozer severo-zapadnoy Mongolii [Uranium-bearing feature of high-mineralized lakes of north-west Mongolia]. *Vestnik DAN*, 2011, vol. 437, no. 1, pp. 85–89.
 15. Garrels R.M., Krayst Ch.L. *Rastvory, mineraly, ravnovesiya* [Solutions, minerals, equilibrium]. Moscow, Mir Publ., 1968. 368 p.
 16. Bukaty M.B. Razrabotka programmnogo obespecheniya v oblasti neftegazovoy gidrogeologii [Development of software in oil and gas hydrogeology]. *Razvedka i okhrana nedr*, 1997, no. 2, pp. 37–39.
 17. Pitser K.S. Termodinamicheskaya model plotnykh vodnykh rastvorov [Thermodynamic model of solid water solutions]. *Termodinamicheskoe modelirovanie v geologii (mineraly, flyuidy, rasplavy)* [Thermodynamic modeling in geology (minerals, fluids, melts)]. Moscow, Mir Publ., 1992. pp. 110–153.
 18. *Surface and groundwater, weathering, and soils. Treatise on geochemistry*. Vol. 5. Ed. J.I. Drever. Oxford, Elsevier-Pergamon, 2005. 605 p.
 19. Valyashko M.G. Zakonomernosti formirovaniya mestorozhdeniy soley [Salt field formation laws]. Moscow, MGU Publ., 1962. 397 p.
 20. Keller U.D. Osnovy khimicheskogo vyvetriviya [Bases of chemical weathering]. *Geokhimiya litogeneza* [Geochemistry of lithogenesis]. Moscow, Izdatelstvo inostrannoy literatury, 1963. pp. 85–197.

УДК 553.78; 553.79 (574)

ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ ГИДРОГЕОТЕРМАЛЬНЫХ И ГИДРОГЕОМИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ КАЗАХСТАНА

Абсаметов Малис Кудысович,

д-р геол.-минерал. наук, профессор, академик, директор ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии имени У.М. Ахмедсафина», Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Валиханова, д. 94. E-mail: mabsametov@mail.ru

Муртазин Ермек Жамшитович,

канд. геол.-минерал. наук, зам. директора ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии имени У.М. Ахмедсафина», Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Валиханова, д. 94. E-mail: ye_murtazin@list.ru

Касымбеков Даут Азыханович,

канд. геол.-минерал. наук, член-корреспондент Академии минеральных ресурсов РК, зам. директора ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии имени У.М. Ахмедсафина», Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Валиханова, д. 94. E-mail: dkassymbekov@mail.ru

Актуальность исследований обусловлена необходимостью комплексного освоения термальных и промышленных подземных вод Казахстана как нетрадиционных источников энергии и минерального сырья.

Цель исследований заключается в оценке потенциала и обосновании перспектив хозяйственного освоения гидрогеотермальных и гидрогеоминеральных ресурсов Казахстана.

Методы исследований включают анализ и обобщение зарубежного и отечественного опыта оценки потенциала и направлений использования гидрогеотермальных и гидрогеоминеральных ресурсов применительно к гидрогеологическим условиям Казахстана.

Результаты: Представлен потенциал гидрогеотермальных и гидрогеоминеральных ресурсов Казахстана. Рекомендованы перспективные площади для комплексного освоения термальных и промышленных подземных вод Казахстана как нетрадиционных источников энергии и минерального сырья. Обоснована необходимость практической реализации проектов освоения термальных и промышленных подземных вод на перспективных площадях Западного и Южного Казахстана.

Выводы: Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку научно-обоснованных технологических схем и технологий комплексного освоения термальных и промышленных подземных вод, технико-экономических обоснований их использования и бизнес-планов для привлечения отечественных и зарубежных инвестиций. Имеется возможность без больших капитальных затрат начать эксплуатацию существующих самоизливающих геотермальных скважин. В зависимости от минерализации и химического состава термальные воды можно использовать для получения электроэнергии (геотермальные электростанции с бинарным циклом), отопления и горячего водоснабжения жилых и производственных помещений, бальнеологии, теплично-парниковых комплексов и прудовых хозяйств.

Практическое использование промышленных подземных вод целесообразно осуществлять в комплексе с освоением ресурсов углеводородного сырья. Извлечение ценных компонентов и соединений из попутных пластовых рассолов повысит эффективность эксплуатации месторождений нефти и газа.

Ключевые слова:

Гидрогеотермальные ресурсы, гидрогеоминеральные ресурсы, термальные подземные воды, промышленные подземные воды, прогнозные эксплуатационные запасы.

За многолетний период научных исследований учеными Института гидрогеологии и геоэкологии имени У.М. Ахмедсафина выявлены основные закономерности формирования и распределения водных ресурсов недр Казахстана. При ограниченном и неравномерном распределении поверхностных водных ресурсов подземные воды отнесены к наиболее ценным полезным ископаемым, рациональное и комплексное освоение которых представляется важным для дальнейшего социально-экономического развития государства.

Актуальность комплексного освоения ресурсов подземных вод Казахстана возрастает при решении проблем острого дефицита воды, глобальной энергетической безопасности и исчерпаемости природных ресурсов, которые выделены в числе 10 основных глобальных вызовов в Послании Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева – Стратегия «Казахстан-2050». Новый политический курс для нового Казахстана в быстро меняющихся исторических условиях. [1].

Наиболее ценными для решения проблем водного дефицита представляются пресные и слабосоленоватые подземные воды, пригодные для хозяйственно-питьевого и производственно-технического водоснабжения, орошения земель и обводнения пастбищ [2].

Для обеспечения энергетической безопасности государства в Стратегии «Казахстан-2050» отмечена необходимость развивать производство альтернативных видов энергии. Среди нетрадиционных источников энергии геотермальная энергия – тепло, образующееся естественным путем в недрах Земли, занимает второе место, уступая лишь солнечной радиации.

Теоретический потенциал геотермальной энергии планеты до глубины 3 км при среднем геотермальном градиенте 25 °С/км оценивается в 41,7·10⁶ ЕДж, то есть этих запасов при современном уровне мирового потребления энергии в 500 ЕДж/год может хватить на 100 тыс. лет [3].

Выделяется два вида ресурсов геотермальной энергии: гидрогеотермальные – тепло внутриземных вод, и петрогеотермальные – тепло горных пород. Освоение последних в настоящее время находится на начальной экспериментальной стадии.

Основное значение имеют гидрогеотермальные ресурсы, включающие термальные воды (40...100 °С) и пароводяные смеси (свыше 100 °С).

Геотермальные ресурсы разведаны в 80 странах мира и в 58 из них активно используются. По данным Всемирного Геотермального конгресса (WGC2010) отмечается быстрый рост использования геотермальной энергии [3]. Так, для 18 регионов мира (по классификации Глобальной энергетической оценки – Global Energy Assessment (GEA)) – на конец 2010 г. производство геотермальной электроэнергии составило 67 ТВт·ч/год, и по сравнению с 2005 г. возросло на 20 %. По прогнозным оценкам на 2015 г. ожидается получение 116 ТВт·ч/год геотермальной электроэнергии, при максимально достижимом уровне для 2050 г. 1167 ТВт·ч/год геотермальной электроэнергии.

В целом мировой технический потенциал геотермальной энергии оценивается в 61,4 ЕДж/год при прямом использовании и в 657 ЕДж/год для производства электроэнергии, что соответствует эквивалентной мощности 5000 ГВт (по теплу) и 1200 ГВт (по электроэнергии) (табл. 1) [3]. Данные значения сопоставимы с величиной естественного пополнения из недр геотермального тепла, что показывает важность геотермальных ресурсов для мировых энергетических потребностей. Экономический потенциал геотермальной энергии, то есть та часть технической ресурсной базы, которая может быть извлечена в условиях рыночной конкуренции на какой-то определенный момент времени в будущем, оценен на 2050 г. в 10,1 ЕДж/год при прямом использовании и в 65,6 ЕДж/год для производства электроэнергии, что соответствует эквивалентной мощности 800 ГВт (по теплу) и 140 ГВт (по электроэнергии). Производство геотермальной электроэнергии оценивается на 2050 г. в 1167 ТВт·ч/год (табл. 1) [3].

По экспертным оценкам [3], для территории бывшего Советского Союза теоретический потенциал геотермальной энергии составляет 6,6·10⁶ ЕДж, технический потенциал геотермальной энергии оценивается в 9,9 ЕДж/год при прямом использовании и в 104 ЕДж/год для производства электроэнергии, что соответствуют эквивалентной мощности 780 ГВт (по теплу) и 190 ГВт (по электроэнер-

Таблица 1. Геотермальный потенциал мира и территории бывшего Советского Союза [3]

Регион	Теоретический потенциал, 10 ⁶ ЕДж	Технический потенциал			Экономический потенциал	
		ЕДж/год				
		Тепло для прямого использования	Тепло для электричества	Тепло для прямого использования	Тепло для электричества	Производимая электроэнергия, ТВт*ч/год
Мировой	41,742	61,4	657,4	10,092	65,582	1167,3
Эквивалентная мощность		5000 ГВт (по теплу)	1200 ГВт (по электроэнергии)	800 ГВт (по теплу)	140 ГВт (по электроэнергии)	
Бывший Советский Союз	6,607	9,9	104	0,508	3,097	67
Эквивалентная мощность		780 ГВт (по теплу)	190 ГВт (по электроэнергии)	40 ГВт (по теплу)	6 ГВт (по электроэнергии)	

гии), а экономический потенциал геотермальной энергии на 2050 г. – в 0,51 ЕДж/год при прямом использовании и в 3,1 ЕДж/год для производства электроэнергии, что соответствуют эквивалентной мощности 40 ГВт (по теплу) и 6 ГВт (по электроэнергии) при производстве геотермальной электроэнергии на 2050 г. в 67 ТВт·ч/год (табл. 1) [3].

По результатам более чем сорокалетних исследований гидрогеотермальных ресурсов в Казахстане, пробурено более сотни поисково-разведочных скважин, вскрывших термальные воды с кондиционными характеристиками по дебитам, температуре и минерализации, газовому и химическому составу, и выявлена перспективность использования геотермального энергетического потенциала [4–10].

Для территории Казахстана характерны пять геотермальных зон:

- до 20 °С – холодные воды;
- 20...40 °С – термальные, пригодные в бальнеологии, в парниковых и тепличных хозяйствах;
- 40...75 °С – термальные воды, пригодные для централизованного теплоснабжения;
- 75...100 °С – термальные воды, пригодные для централизованного теплоснабжения, а при больших напорах и расходах – для выработки электроэнергии;
- >100 °С – термальные воды, пригодные для комплексного использования пара и горячей воды.

По условиям залегания и циркуляции термальных вод выделяются два района:

- расположенные в складчатых областях, испытавших интенсивное воздействие новейших тектонических движений. Термальные воды имеют локальное развитие и относятся к трещинно-жильному типу;
- эпипалеозойских платформ, краевых прогибов и межгорных впадин, выполненных мезозойскими и кайнозойскими отложениями с площадным распространением пластово-поровых и пластово-трещинных вод с минерализацией, не превышающей 35 г/л.

Естественные запасы гидрогеотермальных ресурсов Казахстана с температурой от 40 до более 100 °С сопоставимы с ресурсами традиционных топливных источников и оцениваются в $10,3 \cdot 10^{12}$ м³ по воде и в $680 \cdot 10^9$ Гкал, или 2846 ЕДж, по теплу, что эквивалентно $97 \cdot 10^9$ ТУТ (тонна условного топлива) (табл. 2).

Для сравнения: прогнозные запасы углеводородного сырья Казахстана составляют около 12 млрд т нефти и конденсата (17,2 млрд ТУТ) и около 6–8 трлн м³ газа (7–9,2 млрд ТУТ). Общие геологические запасы и прогнозные ресурсы угля в республике оцениваются в 150 млрд т (101,0 млрд ТУТ) [11].

Наиболее перспективными для добычи термальных подземных вод с температурой от 40 до 100 °С и выше являются площади южного, юго-восточного и западного Казахстана. Потенциаль-

ные эксплуатационные запасы для Мангышлак-Устьюртской системы артезианских бассейнов, Илийского и Сырдарьинского артезианских бассейнов оцениваются по воде в 339 тыс. м³/сут. при фонтанной эксплуатации скважин (на самоизливе) и в 6788 тыс. м³/сут. при насосной эксплуатации скважин, а по теплу, соответственно, в 20,3 и в 289,5 тыс. ТДж/год (табл. 3).

Таблица 2. Естественные запасы гидрогеотермальных ресурсов Казахстана

Гидрогеологические области	Естественные запасы гидрогеотермальных ресурсов по температурным зонам:			
	по воде 10 ⁹ м ³		по теплу: 10 ⁶ Гкал 10 ⁶ ТУТ 10 ⁶ ТДж	
	40...75	75...100	>100	Итого 40...>100
	°С			
Область горноскладчатых сооружений с интенсивным проявлением неотектонических движений	250	55	74	379
	5260	3690	6650	15600
	751	528	950	2229
Область платформенных территорий	7290	1805	801	9896
	394180	155310	114730	664220
	56310	22186	16390	94886
Всего оцененных запасов гидрогеотермальных ресурсов по Казахстану	1650	650	480	2781
	7540	1860	875	10275
	399440	159000	121380	679820
	57061	22714	17340	97115
	1672	666	508	2846

Мангышлак-Устьюртская система артезианских бассейнов приурочена к Арало-Каспийскому водоразделу и занимает западную часть Туранской плиты. Перспективные для эксплуатации гидрогеотермальные ресурсы связаны с меловыми и юрскими образованиями. В составе термальных вод нередко устанавливаются промышленно значимые концентрации йода, бора, брома и других микрокомпонентов.

Меловой термоводоносный комплекс пользуется почти повсеместным распространением и залегает на глубине до 2000 м и более в прогибах Мангышлака и Устьюрта. Воды пластовые, напорные. Пьезометрические уровни устанавливаются от 160...250 м ниже до первых десятков метров выше поверхности земли. Дебиты скважин варьируют в пределах 140...3500 м³/сут. Минерализация воды колеблется от 1...10 г/дм³ в районе поднятий до 6...35 г/дм³ в Жетыбай-Узекской зоне и до 50...100 г/дм³ в прогибах Мангышлака и Устьюрта, при преобладающем хлоридном натриевом составе.

Пластовая температура подземных вод изменяется от 50...65 °С в Жетыбай-Узекской зоне до 100...120 °С в Северо-Устьюртском прогибе и до 120...150 °С во впадинах Южного Мангышлака и Южного Устьюрта. Температура воды на устье самоизливающих скважин составляет 40...60 °С.

Таблица 3. Потенциальные эксплуатационные запасы термальных подземных вод наиболее перспективных артезианских бассейнов Казахстана

Артезианский бассейн	Температурный потенциал (°С)	Фонтанная эксплуатация (на самоизливе)			Насосная эксплуатация (при принудительной откачке)		
		по воде	по теплоэнергии		по воде	по теплоэнергии	
		тыс. м ³ /сут	тыс. Гкал/год	ТДж/год	тыс. м ³ /сут	тыс. Гкал/год	ТДж/год
Илийский	Всего	114	2126	8901	515	7950	33264
	40...75	37	318	1331	254	2064	8640
	75...100	37	697	2919	135	2510	10498
	более 100	40	1111	4651	126	3376	14126
Сырдарьинский	Всего	171	2092	8754,18	4748	41642	174351
	40...75	113	1166	4880	3625	25132	105229
	75...90	58	926	3874	1123	16510	69122
Мангышлак-Устюртская система	40...100	54	641	2685	1525	19555	81885

Потенциальные эксплуатационные запасы гидрогеотермальных ресурсов мелового термоводоносного комплекса для температурной зоны 40...100 °С оценены по воде в 54 тыс. м³/сут. при фонтанной эксплуатации скважин (на самоизливе) и в 1472 тыс. м³/сут. при насосной эксплуатации скважин, а по теплу, соответственно, в 641 тыс. Гкал/год (91,6 тыс. ТУТ/год) и в 18 млн Гкал/год (2576 тыс. ТУТ/год).

Юрский термоводоносный комплекс также широко развит и вскрывается на глубине до 1650...3200 м и более. Воды пластовые, напорные. Уровни устанавливаются на глубине от 10...60 до 240...290 м. Дебиты скважин варьируют в пределах 8...260 м³/сут. Воды рассольные (100...195 г/дм³) с хлоридным натриевым составом. Пластовая температура воды достигает в наиболее погруженных частях 130...175 °С, а на устье скважин температура воды колеблется от 40...60 до 80...110 °С.

Потенциальные эксплуатационные запасы гидрогеотермальных ресурсов юрского термоводоносного комплекса для температурной зоны 40...100 °С оценены при насосной эксплуатации скважин по воде в 53 тыс. м³/сут., а по теплу в 1522 тыс. Гкал/год (218 тыс. ТУТ/год).

Сырдарьинский артезианский бассейн расположен в пределах Южно-Казахстанской и Кызылординской областей. В его разрезе термальные воды приурочены к меловым термоводоносным комплексам. Глубина вскрытия термальных вод достигает до 2000 м, минерализация их не выше 3 г/дм³. Производительность эксплуатационных скважин до 2000 м³/сут.

Потенциальные запасы термальных вод при фонтанной эксплуатации оценены в 171 тыс. м³/сут. по воде и 2,1 млн Гкал/год по теплу (0,3 млн ТУТ/год), а при насосной эксплуатации 4748 тыс. м³/сут. по во-

де и 41,6 млн Гкал/год по теплу (5,9 млн ТУТ/год). Специальные работы на термальные воды проведены для тепловодоснабжения отдельных городов и районных центров. Выявлены два месторождения термальных вод: Шаульдерское и Арыское [7].

Шаульдерское месторождение термальных вод расположено в 149 км на северо-запад от г. Шымкента. Разведанный участок расположен на территории райцентра Шаульдер, являющегося основным потребителем термальных вод: теплоснабжение и горячее водоснабжение, организация теплично-парникового хозяйства.

Подземные воды месторождения характеризуются как высокотермальные с температурой воды на устье скважин 60...70 °С. Эксплуатационные запасы термальных вод месторождения утверждены в количестве 12,0 тыс. м³/сут. (245,3 тыс. Гкал/год) по категории С₁.

Арыское месторождение термальных вод приурочено к г. Арысь, являющемуся районным центром и одной из крупных железнодорожных станций юга Казахстана.

Термальные воды характеризуются как высокотермальные, по подошве сеноманского водоносного комплекса температура 90 °С, а на устье скважин 75 °С. Эксплуатационные запасы термальных вод месторождения утверждены в количестве 17,3 тыс. м³/сут. (353,6 тыс. Гкал/год) по категории С₁.

Илийский артезианский бассейн представляет собой одноименную межгорную впадину, расположенную в пределах Алматинской области. Потенциальные (технически доступные) запасы термальных вод с температурой от 40 до 100 °С и выше для четырех термоводоносных комплексов оцениваются при фонтанной эксплуатации в 114 тыс. м³/сут. по воде и 2,1 млн Гкал/год по теплу (0,3 млн ТУТ/год), а при насосной эксплуатации в 515 тыс. м³/сут. по воде и 7,95 млн Гкал/год по теплу (1,1 млн ТУТ/год).

Алматинский артезианский бассейн занимает западную часть впадины. В его разрезе вскрыты неогеновый и палеогеновый термоводоносные комплексы, глубины залегания которых в осевой части соответственно до 650 и 1500...2600 м.

Воды пластовые, напорные. Скважины обычно самоизливают с производительностью от 10...500 до 800...2200 м³/сут. Минерализация воды от <3 до 10...15 и более г/дм³ при сульфатно-хлоридном и хлоридном натриевом составе. Температура воды на глубине 700...800 м до 40 °С, а на глубине до 2600...3000 м – 75...84 °С.

Потенциальные запасы термальных вод с температурой 50...75 °С неогенового термоводоносного комплекса оценены при насосной эксплуатации в 62 тыс. м³/сут. по воде и 518 тыс. Гкал/год по теплу (74 тыс. ТУТ/год).

Жаркентский артезианский бассейн приурочен к одноименной депрессии в восточной части Илийской впадины. Термальные подземные воды здесь связаны с образованиями от мелового до триасового возраста.

Меловой термоводоносный комплекс является наиболее перспективным для эксплуатации. Глубина залегания его кровли увеличивается от предгорий к осевой части впадины от 20...150 до 3300 м и более.

На предгорной равнине хр. Кетмень (ур. Карадала) термальные воды залегают на глубине 300...600 м. Воды пластовые, напорные. Уровни устанавливаются на 20...70 м выше поверхности земли. Производительность скважин на самоизливе 900...12000 м³/сут. Воды обычно пресные (до 1 г/дм³), а их химический состав варьирует от гидрокарбонатного кальциевого до смешанного треханионного натриевого и натриево-кальциевого. Пластовая температура воды 20...60 °С.

В центральной части артезианского бассейна термоводоносный комплекс опробован на глубине 1400...2900 м. Воды высоконапорные, пьезометрические уровни устанавливаются на 70...240 м выше поверхности земли, расходы скважин на самоизливе 1900...5200 м³/сут. Минерализация воды менее 1 г/дм³ при гидрокарбонатно-сульфатном и хлоридно-гидрокарбонатном натриевом составе. Температура воды на устье скважины составляет 47...96 °С. В наиболее погруженных частях впадины температура воды ожидается 100...125 °С.

Потенциальные запасы термальных вод с температурой 40...120 °С при фонтанной эксплуатации оценены в 51 тыс. м³/сут. по воде и 927 тыс. Гкал/год по теплу (132 тыс. ТУТ/год), а при насосной эксплуатации – 206 тыс. м³/сут. по воде и 3,4 млн Гкал/год по теплу (485 тыс. ТУТ/год).

В центральной части бассейна по двум эксплуатационным участкам (Приильский и Усекский) оперативные эксплуатационные запасы термоминеральных вод утверждены в количестве 4500 м³/сут.

Триасовый и юрский термоводоносные комплексы опробованы в южной половине Жаркентского бассейна. Глубина их залегания варьирует от 250...400 м в предгорьях до 4000...4500 м в центральной части. Водообильность комплекса довольно изменчива, дебиты скважин на самоизливе изменяются от 110 до 4700 м³/сут. Минерализация воды колеблется от менее 1 до 3 г/дм³, а химический состав – от гидрокарбонатного кальциевого и хлоридно-гидрокарбонатного кальциево-натриевого до хлоридного натриевого.

Температура воды триасового и юрского термоводоносных комплексов на изливе составляет 38...78 °С. По расчетам температура по подошве термоводоносных комплексов в зависимости от глубины залегания варьирует от 40...75 до 155...165 °С.

Потенциальные запасы термальных вод с температурой 40...150 °С при фонтанной эксплуатации оценены в 63 тыс. м³/сут. по воде и 1,2 млн Гкал/год по теплу (171 тыс. ТУТ/год), а при насосной эксплуатации – 247 тыс. м³/сут. по воде и 4,0 млн Гкал/год по теплу (576 тыс. ТУТ/год).

Перспективы и эффективность использования термальных вод Сырдарьинского и Жаркентского артезианских бассейнов были обоснованы и подтверждены многочисленными научно-производственными

исследованиями ряда научно-исследовательских и производственных организаций, таких как Институт гидрогеологии и геоэкологии имени У.М. Ахмедсафина, ВСЕГИНГЕО, ВНИПИГЕОТЕРМ и др. [12].

В настоящее время в Казахстане есть возможность без больших капитальных затрат начать эксплуатацию существующих самоизливающих геотермальных скважин. В зависимости от минерализации и химического состава термальные воды можно использовать для получения электроэнергии (геотермальные электростанции с бинарным циклом), отопления и горячего водоснабжения жилых и производственных помещений, бальнеологии, теплично-парниковых комплексов и прудовых хозяйств [13, 14].

Лидером Нации Н.А. Назарбаевым в Стратегии «Казахстан-2050» отмечена необходимость внедрения принципиально новой системы управления природными ресурсами. Одним из таких видов природных ресурсов являются гидрогеоминеральные ресурсы – промышленные подземные воды, которые представляют собой природные рассолы, содержащие отдельные компоненты или их соединения в количествах, обеспечивающих по технико-экономическим показателям их рентабельную добычу и переработку.

Целесообразность и экономическая эффективность переработки гидрогеоминерального сырья подтверждается длительной добычей во многих странах лития, йода, брома, калия. По экспертным оценкам, в настоящее время в природных водах сосредоточено 55 % мировых запасов лития, 40 % – рубидия, 35 % – цезия. Основной объем производства и потребления стратегически важного лития приходится на США. Давно используется рапа оз. Сирлс Лейк (штат Калифорния), в которой хлорид лития находится совместно с солями натрия, калия и бора. В результате переработки рапы литий извлекается попутно с добычей поташа, буры и других солей.

На территории бывшего СССР йод из природных вод добывали на следующих заводах: Бакинском йодном, Ново-Нефтечалинском йодобромном (Азербайджан), Челекенском химическом, Небид-Дагском йодном (Туркмения), Троицком йодном и в Уральском ПО «Галоген» (Россия).

Анализ результатов исследований на территории Казахстана позволил выделить перспективные территории, в числе которых (табл. 4): Прикаспийская провинция с четырьмя областями промышленных вод, Мангышлак-Устюртская провинция с двумя областями промышленных вод и Шу-Сарысуйская провинция с тремя областями промышленных вод [4, 15, 16].

Прикаспийская провинция приурочена к одноименной впадине в составе древней Русской платформы и представляет собой крупнейшую в мире соляно-купольную структуру с глубоко погруженным докембрийским фундаментом. В осадочной толще выделяются надсолевой, солевой и подсолевой структурные и гидрогеологические этажи.

В пределах Северо-Каспийской области поликомпонентных вод систематизированы данные по 9 площадям, в разрезе которых выявлены перспективные промышленные рассолы терригенно-карбонатных подсолевых отложений. Максимальные содержания редких элементов в рассолах составляют, мг/дм³: лития – 260, рубидия – до 34, цезия – до 2, стронция – 8500, калия – 22900, йода – 180, брома – 6900 и бора – 1000. Эксплуатационные запасы промышленных вод по данным площадям оценены в 14,2 тыс. м³/сут., при прогнозных эксплуатационных запасах промышленных вод Северо-Каспийской области в 116 тыс. м³/сут.

Восточно-Каспийская область промышленных вод пространственно совпадает с Жанажол-Кенкиакской зоной нефтегазонакопления, в пределах которой проанализированы данные по 3 площадям. Промышленные рассолы обнаружены в нижнепермских и каменноугольных отложениях. Концентрации редких элементов составляют (мг/дм³): I – 10–266, Br – 209–505, B – до 300, Li – 5–32, Sr – 300–625. Эксплуатационные запасы промышленных вод оценены в 28,35 тыс. м³/сут.

В пределах Южно-Эмбинской области промышленных вод оценка запасов проведена по Нсанов-

ской площади, запасы которой оценены в 0,67 тыс. м³/сут. Прогнозные эксплуатационные запасы промышленных вод Южной Эмбы оценены в 22,8 тыс. м³/сут.

Мангыстау-Устюртская провинция промышленных вод представляет собой сложный артезианский бассейн в западной части Туранской плиты. Зона рассолов распространяется на глубине от 800...1200 м до 4 км. Минерализация их колеблется в пределах 140–350 г/дм³. В рассолах содержатся (мг/дм³): йод (до 10–15), бром (до 200–360), бор (до 30–50), калий (до 500–1400), аммоний (до 100–170), стронций (до 250–300) и другие микроэлементы.

Наиболее перспективна Южно-Мангышлакско-Устюртская область йодо-бромных и стронциеносных вод, которая занимает Южный Мангышлак и южную часть Устюрта, пространственно совпадая с Южно-Мангышлакским тектоническим прогибом. Прогнозные эксплуатационные запасы промышленных вод области оценены в 406 тыс. м³/сут. По 4 площадям, расположенным в полосе Жетыбай-Узенских сводовых поднятий, величина эксплуатационных запасов промышленных вод составила 15,7 тыс. м³/сут.

Таблица 4. Содержание редких элементов в подземных водах провинций промышленных вод Казахстана

Провинция, область промышленных вод	Глубина залегания, м	Минерализация, г/дм ³	Дебит скважин, м ³ /сут	Содержание микрокомпонентов, мг/дм ³							
				Li	Rb	Cs	Sr	K	I	Br	B
Прикаспийская провинция											
Северо-Прикаспийская область редкометалльных и йодо-бромных вод	2500–5000	88–408	1–50	13–82	1,8–2,8	0,1–230	70–8100	до 10000	5–35	10–7470	–
Область йодных вод Актобинского Приаралья	1800–2600	16–23	до 25	0,1–2,75	0,1–0,5	0,05	1–29	–	10–45	20–95	до 20
Южно-Эмбинская область бромных вод	640–2800	117–252	до 17	1–16	0,2–3,7	0,1–165	68–900	195–460	0,8–2,8	50–370	1–165
Восточно-Прикаспийская область йодо-бромно-литиево-стронциевых вод	1200–4500	100–270	8–25	10–17	до 3,5	–	450–600	200–600	35–100	250–450	200–600
Мангыстау-Устюртская провинция											
Южно-Мангыстау-Устюртская область поликомпонентных вод	960–2800	120–200	8–17	5–11,3	1,5–3,1	0,04	320–560	–	3,5–7	180–370	–
Бузачинско-Северо-Устюртская область йодо-бромных вод	1000–2700	100–210	4–25	–	–	–	–	–	18–20	160–540	30–90
Шу-Сарысуйская провинция											
Кокпансорская область редкометалльных вод	570–3500	30–150	3–35	5–165	0,2–12,5	0,1–3	до 1500	до 3400	20–190	200–260	до 270
Моинкумская область редкометалльных вод	870–2500	130–320	2–25	30–67	до 3,2	0,1–0,9	540–3500	600–1750	6–90	340–2620	16–40
Терсбулакская область редкометалльных вод	2900–3500	300–320	–	–	–	–	–	до 3500	19	до 3000	–

Шу-Сарысуйская провинция промышленных вод приурочена к одноименной впадине. Пластовые рассолы развиты в палеозойских осадочных и осадочно-вулканогенных отложениях. Минерализация рассолов от 60,6 до 253,8 г/дм³. В составе рассолов содержатся (мг/дм³): йод (до 13,5), бром (до 300), борный ангидрид (до 65) и калий (до 1260).

Прогнозные эксплуатационные запасы промышленных вод Кокпансорской и Мойынкумской областей оценены, соответственно, в 101,3 и 59,6 тыс. м³/сут, а эксплуатационные запасы по пяти площадям – 2,0 тыс. м³/сут.

Таким образом, пластовые рассолы Западного и Южного Казахстана – как один из альтернативных видов гидроминерального сырья – являются перспективной сырьевой базой республики для широкомасштабного получения соединений лития, йода, брома, магния, кальция, а также других продуктов и соединений.

Выводы

1. В современных условиях, при переходе республики на рельсы «зеленой экономики» практическая реализация проектов освоения гидрогеотермальных ресурсов на перспективных площадях Южно-Казахстанской и Алматинской областей представляет возможность обоснования на конкретных примерах экономической, социальной и экологической эффективности и преимущества комплексного использования термальных вод. Необходимы разработки научно-обоснованных технологических схем

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назарбаев Н.А. Стратегия «Казахстан-2050». Новый политический курс состоявшегося государства. Послание Президента Республики Казахстан – Лидера нации народу Казахстана, 14.12.2012 г. URL: http://www.akorda.kz/ru/page/page_poslanie-prezidenta-respubliki-kazakhstan-n-nazarbaeva-narodu-kazakhstana-14-dekabrya-2012-g_1357813742 (дата обращения: 14.12.2012).
2. Абсаметов М.К., Касымбеков Д.А., Муртазин Е.Ж. Подземные воды – стратегический ресурс устойчивого развития Казахстана // Вестник Казахстанской Национальной Академии естественных наук. – 2013. – № 3. – С. 115–116.
3. Bertani R. Geothermal Power Generation in the World 2005–2010. Update Report. Proceedings World Geothermal Congress 2010. – Bali, Indonesia, 25–29 April 2010. – 41 p.
4. Водные ресурсы Казахстана (Поверхностные и подземные воды, современное состояние). Справочник / под ред. Б.С. Ужкенова. – Алматы: НИЦ «Гылым», 2002. – 596 с.
5. Геотермические условия Арало-Каспийского нефтеносного региона / под ред. Ж.С. Сыдыкова. – Алма-Ата: «Наука» КазССР, 1977. – 184 с.
6. Жеваго В.С. Геотермия и термальные воды Казахстана. – Алма-Ата: «Наука» КазССР, 1972. – 225 с.
7. Месторождения подземных вод Казахстана. Т. III. Минеральные лечебные и термальные (теплоэнергетические) подземные воды. Справочник / под ред. А.А. Абдулина и др. – Алматы, 1999. – 180 с.
8. Подземные термальные воды Казахстана / под ред. С.М. Мухамеджанова. – Алма-Ата, 1990. – 92 с.

и выбор технологий для комплексного освоения термальных вод, технико-экономическое обоснование их использования и бизнес планы для привлечения отечественных и зарубежных инвестиций на базе национальной программы развития данного направления возобновляемых источников энергии.

2. Промышленное освоение гидрогеоминеральных ресурсов на перспективных площадях Западного и Южного Казахстана целесообразно осуществлять в комплексе с разработкой ресурсов углеводородного сырья. Как правило, пластовые рассолы сопутствуют месторождениям нефти и газа, и их переработка заметно повышает эффективность инвестиций, вложенных в освоение нефтегазоносных районов. Для комплексной безотходной переработки таких рассолов (с извлечением всех или большинства полезных компонентов) необходимы специальные технологические схемы.

В последние годы проведен ряд работ по адаптации наиболее прогрессивных технологий, применяемых при переработке гидроминерального сырья к пластовым водам нефтяных месторождений. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оценку конкретных площадей и участков для реализации опытно-промышленной технологии извлечения полезных компонентов и соединений из пластовых рассолов месторождений углеводородного сырья. Наибольший практический интерес представляет организация добычи таких компонентов, как йод, литий, бром и стронций.

9. Жеваго В.С. и др. Тепловой режим и геотермальная энергия недр Южного Казахстана. – Алма-Ата: «Наука» КазССР, 1976. – 168 с.
10. Термоаномалии подземных вод Казахстана / под ред. Сыдыкова Ж.С. – Алма-Ата: «Наука» КазССР, 1981. – 84 с.
11. Проект Концепции стратегии устойчивой энергетики будущего Казахстана до 2050 года / Н.А. Абыкаев, О.Л. Кузнецов, Н.С. Бектурганов и др. // Вестник Казахстанской Национальной Академии естественных наук. – 2013. – № 2. – С. 16–66.
12. Плеханов П.А. Исторические аспекты решения проблемы использования геотермальных вод в Казахстане // Ресурсы подземных вод – важнейший элемент устойчивого развития экономики Казахстана: Матер. Междунар. научно-теоретической конф. – Алматы, 14–15 сентября 2012. – С. 118–124.
13. Groundwater resources of the world and their use // IHP-VI, Series on groundwater no. 6. UNESCO / Eds. I.S. Zektser, L.G. Everet. – 2004. – P. 299–309.
14. Поваров О.А., Томаров Г.В. Развитие геотермальной энергетики в России и за рубежом // Теплоэнергетика. – 2006. – № 3. – С. 2–10.
15. Абсаметов М.К., Муртазин Е.Ж. Оценка ресурсов месторождений промышленных подземных вод Прикаспийской впадины // Наука и инженерное образование без границ: Труды международного форума. – Алматы, 13–14 ноября 2009. – С. 201–203.
16. Абсаметов М.К., Завалей В.А., Муртазин Е.Ж. Перспективы использования гидроминерального сырья при разведке и добычи нефти // Геология и охрана недр. – 2010. – № 1 (34). – С. 64–68.

Поступила 07.02.2014 г.

PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF HYDROGEO THERMAL AND HYDROGEO MINERAL RESOURCES OF KAZAKHSTAN

Malis K. Absametov,

Dr. Sc., U.M. Ahmedsafin Institute of Hydrogeology and Environmental Geoscience, 94, Valikhanova street, Almaty, 050010, Kazakhstan.
E-mail: mabsametov@mail.ru

Yermek Zh. Murtazin,

Cand. Sc., U.M. Ahmedsafin Institute of Hydrogeology and Environmental Geoscience, 94, Valikhanova street, Almaty, 050010, Kazakhstan.
E-mail: ye_murtazin@list.ru

Daut A. Kasymbekov,

Cand. Sc., U.M. Ahmedsafin Institute of Hydrogeology and Environmental Geoscience, 94, Valikhanova street, Almaty, 050010, Kazakhstan.
E-mail: dkassymbekov@mail.ru

The urgency of the research is caused by the need of multipurpose utilization of thermal and industrial groundwater of Kazakhstan as the alternative sources of energy and mineral resources.

The main aim of the research is to assess the potential and prospects for economic development of the multipurpose utilization of hydrogeothermal and hydrogeomineral resources of Kazakhstan.

Research methods include the analysis and synthesis of foreign and domestic evaluation experience of the potential and directions of use of hydrogeothermal and hydrogeomineral resources to the hydrogeological conditions in Kazakhstan.

The results: The paper introduces the potential of hydrogeothermal and hydrogeomineral resources of Kazakhstan. The authors recommend the perspective areas for integrated development of thermal and industrial groundwater of Kazakhstan as the alternative sources of energy and mineral resources and substantiate the need of practical project implementation for utilization of thermal and industrial groundwater in the perspective areas of Western and Southern Kazakhstan

Conclusions: Further research should be focused on the development of science-based technologies and technological schemes of multipurpose utilization of thermal and industrial groundwater, feasibility studies for their use and business plans to attract domestic and foreign investment. It is possible without large capital costs to start operation of the existing geothermal flowing wells. Depending on salinity and chemical composition the thermal water can be used to generate electricity (geothermal binary cycle power plant), heating and hot water supply of residential and industrial buildings, spa treatment, greenhouses and greenhouse complexes and fish farms. Practical use of industrial groundwater is expediently carried out in conjunction with the development of hydrocarbon resources. Recovery of valuable components and compounds from the passing reservoir brines increase the efficiency of oil and gas field exploitation.

Key words:

Hydrogeothermal resources, hydrogeomineral resources, thermal (heat power) groundwater, industrial groundwater, prospected exploitation reserves.

REFERENCES

- Nazarbayev N.A. *Strategiya «Kazakhstan-2050»*. *Novy politicheskij kurs sostoyavshegosya gosudarstva. Poslanie Prezidenta Respubliki Kazakhstan – Lidera natsii narodu Kazakhstana, 14.12.2012* [Strategy «Kazakhstan-2050». New policy of the fulfilled state. The public letter of the president of the Republic Kazakhstan – the leader of the Nation. 14.12.2012]. Available at: http://www.akorda.kz/ru/page/page_poslanie-prezidenta-respubliki-kazakhstan-n-nazarbaeva-narodu-kazakhstana-14-dekabrya-2012-g_1357813742 (accessed 14 December 2012).
- Absametov M.K., Kasymbekov D.A., Murtazin Ye.Zh. Podzemnye vody – strategicheskij resurs ustoychivogo razvitiya Kazakhstana [Underground water is the strategic resource of sustainable development of Kazakhstan]. *Vestnik Kazakhstanskoy Akademii Estestvennykh Nauk – Herald of the Kazakhstan Academy of Natural Sciences*, 2013, no. 3, pp. 115–116.
- Bertani R. Geothermal Power Generation in the World 2005–2010. Update Report. *Proceedings World Geothermal Congress 2010*. Bali, Indonesia, 25–29 April 2010. 41 p.
- Vodnye resursy Kazakhstana (*Poverkhnostnye i podzemnye vody, sovremennoe sostoyanie*). *Spravochnik* [Water resources of Kazakhstan (surface and underground waters, current state). Manual]. Ed. B.S. Uzhkenov. Almaty, Gylym, 2002. 596 p.
- Geotermicheskie usloviya Aralo-Kaspiyskogo neftenosnogo regiona* [Geothermal conditions of Aral-Caspian oil-and-gas area]. Ed. Zh.S. Sydykov. Alma-Ata, Nauka KazSSR Publ., 1977. 184 p.
- Zhevago V.S. *Geotermiya i termalnye vody Kazakhstana* [Geothermy and thermal waters of Kazakhstan]. Alma-Ata, Nauka KazSSR, 1972. 225 p.
- Mestorozhdeniya podzemnykh vod Kazakhstana. Mineralnye lechebnye i termalnye (teploenergeticheskie) podzemnye vody. Spravochnik* [Ground water deposits in Kazakhstan. Mineral medicinal and thermal (thermal) underground waters. Manual]. Ed. A.A. Abdulin. Almaty, 1999. Vol. III, 180 p.
- Podzemnye termalnye vody Kazakhstana* [Underground thermal waters of Kazakhstan]. Ed. S.M. Mukhamedzhanov. Alma-Ata, 1990. 92 p.
- Zhevago V.S. *Teplovoy rezhim i geotermalnaya energiya nedr Yuzhnogo Kazakhstana* [Thermal conditions and geothermal energy of Southern Kazakhstan mineral resources]. Alma-Ata, Nauka KazSSR, 1976. 168 p.
- Termoanomalii podzemnykh vod Kazakhstana* [Thermal anomalies of underground waters of Kazakhstan]. Ed. Zh.S. Sydykov. Alma-Ata, Nauka KazSSR, 1981. 84 p.

11. Abykaev N.A., Kuznetsov O.L., Bekturganov N.S. Proekt Kontseptsii strategii ustoychivoy energetiki budushchego Kazakhstana do 2050 goda [The project of the concept of Kazakhstan future sustainable energy strategy to 2050]. *Vestnik Kazakhstanskoy Akademii Estestvennykh Nauk – Herald of the Kazakhstan Academy of Natural Sciences*, 2013, no. 2, pp. 16–66.
12. Plekhaov P.A. Istoricheskie aspekty resheniya problemy ispolzovaniya geotermalnykh vod v Kazkhstane [Historical aspects in solving the problem of using geothermal waters in Kazakhstan]. *Resursy podzemnykh vod – vazhneyshiy element ustoychivogo razvitiya ekonomiki Kazakhstana. Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-teoreticheskoy konferentsii* [Proc. International research conference. Ground water deposits are the important element of sustainable development of Kazakhstan economy]. Almaty, 14–15 September 2012. pp. 118–124.
13. Groundwater resources of the world and their use. Eds. I.S. Zektsler, L.G. Everet. *IHP-VI, Series on groundwater no. 6*, UNESCO. 2004. pp. 299–309.
14. Povarov O.A., Tomarov G.V. Razvitie geotermalnoy energetiki v Rossii i za rubezhom [Development of geothermal energy in Russia and abroad]. *Teploenergetika*, 2006, no. 3, pp. 2–10.
15. Absametov M.K., Murtazin Ye.Zh. Otsenka resursov mestorozhdeniy promyshlennykh podzemnykh vod Prikaspiyskoy vpadiny [Assessment of resources of industrial underground water deposits in Pre-Caspian depression]. *Nauka i inzhenernoe obrazovanie bez granits. Trudy mezhdunarodnogo foruma* [Proc. International Forum. Science and engineering education without borders]. Almaty, 13–14 November 2009. pp. 201–203.
16. Absametov M.K., Zavaley V.A., Murtazin Ye.Zh. Perspektivy ispolzovaniya gidromineralnogo syr'ya pri razvedke i dobyche nefiti [Prospects of using hydro-mineral raw materials at upstream]. *Geologiya i okhrana neдр*, 2010, no. 1 (34), pp. 64–68.

УДК 550.837.82

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В КАЗАХСТАНЕ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЕЙШИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Паничкин Владимир Юрьевич,

д-р техн. наук, член-корреспондент Казахской Национальной Академии Естественных Наук; заведующий лабораторией моделирования гидродинамических и геоэкологических процессов Института гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина, Казахстан, 050010, Алматы, ул. Валиханова, 94. E-mail: v_panichkin@mail.ru

Мирошниченко Оксана Леонидовна,

канд. техн. наук, ведущ. науч. сотр. лаборатории моделирования гидродинамических и геоэкологических процессов Института гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина, Казахстан, 050010, Алматы, ул. Валиханова, 94. E-mail: o_mirosh@mail.ru

Актуальность: применение современных компьютерных технологий в гидрогеологических исследованиях.

Цель исследования: разработка, совершенствование методологии и методики применения информационных технологий при решении задач, связанных с использованием подземных вод, защитой их от истощения и загрязнения, а также защитой инженерных сооружений от вредного воздействия подземных вод.

Методы: совместное использование методов математического моделирования, геоинформационных систем, систем управления базами данных, методов дистанционного зондирования земли, систем глобального позиционирования при изучении гидрогеологических объектов и процессов.

Результаты: созданы геоинформационно-математические модели различных гидрогеологических объектов Казахстана для решения задач оценки запасов подземных вод, прогнозирования процессов подтопления в прибрежной зоне, загрязнения подземных вод особо токсичными веществами, засоления грунтов зоны аэрации вблизи массивов орошения в результате изменения гидрогеолого-мелиоративных условий.

Выводы: Использование разработанных методологии и методики применения информационных технологий значительно повышает эффективность гидрогеологических исследований – снижает трудоемкость подготовки и анализа исходных данных, увеличивает точность калибровки моделей и достоверность получаемых на них прогнозов, а также способствует выработке действенных рекомендаций по использованию подземных вод, защите их от истощения и загрязнения и защите инженерных сооружений от вредного воздействия подземных вод.

Ключевые слова:

Гидрогеология, математическое моделирование, геоинформационные системы, системы управления базами данных, методы дистанционного зондирования земли.