

## ГИДРОГЕОЛОГИЯ

Ж. Е. АКЕТАЕВ

## ТЕРМАЛЬНЫЕ ВОДЫ КАЗАХСТАНА

(Представлена академиком НАН РК Г. Х. Ергалиевым)

Гидроэнергетические ресурсы рек также имеют свои пределы. В связи с этим возникла необходимость поиска новых, нетрадиционных источников энергии. Научные разработки показали, что значительную прибавку к топливо-энергетическому балансу могут дать так называемые возобновляемые источники: энергия морских приливов, ветровая солнечных лучей, глубинное тепло земных недр. Два первых вида непостоянны. Солнечная энергия, которая ежегодно поступает на землю в пять тысяч раз больше современного потребления всей энергии человечества, используется пока ограниченно из-за дороговизны солнечных батарей-преобразователей. Наиболее динамичным природным теплоносителем земных недр является подземная вода, нагретая до температуры окружающих пород. Она выгодно отличается от всех видов энергетического сырья своей широкой распространённостью, постоянной возобновляемостью, большими запасами, доступностью получения её современными техническими средствами.

В последние годы во всем мире значительно повысился интерес к использованию подземных термальных вод для теплоэнергетических целей, о чём свидетельствует проведение ряда международных конференций по геотермическим исследованиям.

Целенаправленные измерения температуры подземных вод в Казахстане начали сравнительно недавно. В 1928-1932 гг. В. И. Комлев и Н. П. Прокопенко изучали термальные источники Среднего и Восточного Тянь-Шаня и отметили приуроченность их выходов к тектоническим разломам.

Первые замеры температуры в нефтяных скважинах Западного Казахстана произведены в 1929 г. Н. М. Дружининым при геотермических наблюдениях в 60 скважинах Южной Эмбы глубиной до 250 м. Позже термометрические работы в глубоких нефтяных скважинах выполнялись геофизической конторой комбината Эмбанефть. Результаты этих измерений освещены в работах

С. А. Красновского, Д. И. Дьяконова, В. Н. Дахнова. Начиная с 1941 г. производится интенсивное освоение нефтяных месторождений Южной Эмбы, появляются новые материалы по термометрическим измерениям в скважинах. Это позволило М. Ф. Белякову определить среднее значение геотермических ступеней и установить закономерное изменение температуры с глубиной по мере удаления от сводов соляных куполов к их периферийным частям.

Начиная с 1958 г. в Эмбинском районе, а затем на Мангышлаке и Устюрте, а также в междуречье Урал – Волга расширяются поисково-разведочные работы с целью открытия нефтегазовых месторождений. В этот период появляется ряд публикаций, в которых освещаются геотермические условия и описываются термальные воды названных территорий.

Планомерное изучение термальных вод республики началось в начале 60-х годов, вначале в КазМиСе, а с 1966 г. в Институте гидрогеологии и гидрофизики. За этот период различными авторами публикуется ряд статей, посвященных изучению термальных вод. Выходят из печати монографические работы и геотермические карты, соавторами которых являются В. С. Жеваго, Ж. С. Сыдыков, С. М. Мухамеджанов, Н. М. Бондаренко, М. С. Кан, М. А. Мухамеджанов, В. И. Порядин и другие, в которых приведены ценные сведения по геотермии и термальным водам как отдельных территорий и регионов, так и по республике в целом.

Исследования проводились в основном по изучению пространственного распределения геотермических градиентов и условий залегания геотермальных вод. Изучались закономерности распределения и химические свойства термальных и лечебных, минеральных вод. В результате выявлены общие закономерности распределения геотермических градиентов в верхней части земной коры. Изучено термическое состояние слоя годовых и многолетних переменных температур и тепловое состояние крупных геолого-

структурных провинций; получены предварительные сведения о формировании теплового потока как во впадинах, выполненных мощной толщей осадков мезозой-кайнозойского возраста, так и на территории Центрального Казахстана, сложного кристаллическими породами. На основе полученных данных и построенных разномасштабных специализированных карт, выделены площади развития термальных вод и их принадлежность к стратиграфическим комплексам пород; оконтурены месторождения вод высоких тепловых потенциалов и в первом приближении оценены естественные запасы.

В пределах артезианских бассейнов установлено от одного до четырёх водоносных комплексов с термальной водой различного теплового потенциала. Приурочены они к проницаемым отложениям мезозой-кайнозоя и вскрыты скважинами на глубинах от 200-500 до 350-4000 м пластовые температуры колеблются от 20 до 100-120°C. Минерализация вод колеблется от пресных слабосолоноватых (на юге и северо-востоке) до солёных и крепких рассолов (на западе республики). Воды высоко напорные. На значительной территории они сами изливают с расходами 5-50 л/с. Ресурсы их огромны. Широкое использование теплоэнергетических вод для теплофикации населенных пунктов, парниково-тепличных хозяйств; в бальнеологических целях и других - решали бы важнейшую государственную задачу по экономии органического топлива, сбережению материальных и теплоэнергетических ресурсов в количествах, предусмотренных правительственными органами для страны.

В Казахстане имеются два источника термальных вод.

#### 1. Термальные воды гидрогеологических массивов.

1.1. Северо-Тянь-Шаньский гидрогеологический массив.

1.2. Джунгарский гидрогеологический массив.

1.3. Саур-Тарбагатайский гидрогеологический массив.

1.4. Алтайский гидрогеологический массив.

1.5. Центрально-Казахстанский массив.

#### 2. Термальные воды артезианских бассейнов.

2.1. Прикаспийский артезианский бассейн.

2.2. Мангышлак-Устюртская система артезианских бассейнов.

- 2.3. Тобольский артезианский бассейн.
- 2.4. Иртышский артезианский бассейн.
- 2.5. Тургайский артезианский бассейн.
- 2.6. Сырдарынский артезианский бассейн.
- 2.7. Чу-Сарысуский артезианский бассейн.
- 2.8. Илийский артезианский бассейн.
- 2.9. Балхаш-Алакольский артезианский бассейн.

#### 2.10. Зайсанский артезианский бассейн.

Как показали исследования, на территории Казахстана четко выделяются две области развития подземных термальных вод: гидрогеологических массивов и артезианских бассейнов.

**В области развития гидрогеологических массивов** термальные воды приурочены к зонам разломов. Выходящие из них родники в основном изливают воду с минерализацией до 1 г/л, реже более, температурой от 20 до 40°C. Самая высокая, равная 52°C, отмечена в Хоргосских термоминеральных источниках. На территории Центрально-Казахстанского гидрогеологического массива (20-46°C) вскрыты скважинами. Они имеют высокую минерализацию (20-53 г/л) и низкие расходы скважин (0,5-1,8 г/л).

В целом территория гидрогеологических массивов относится к бесперспективным на получения достаточного количества воды, пригодной для теплоэнергетических целей.

**В области артезианских бассейнов** подземные термальные воды получили широкое распространение. Они носят пластовый характер и доступны для получения современными техническими средствами. Залегают на глубинах 200-500 м, на площадях, прилегающих к областям питания до 1000-3000 м, а на западе республики и в Илийском артезианском бассейне до 4000-5000 м. Водоносные, в основном песчанистые, разности пород мезозойского и кайнозойского возраста. Недра артезианских бассейнов характеризуется высокими значениями геотермических градиентов, изменяющимися в пределах 3,0-4,5 а в районе развития тектонических зон они достигают 5-7°C/100 м. Исключение составляют территории, прилегающие к областям питания, где они составляют 1-3°C/100 м.

Тепловые потоки, рассчитанные для территорий Сырдарынского, Иртышского и Чу-Сарысусского бассейнов, изменяются от 65 до 140-180 мВт/м<sup>2</sup>.

Эффективная мощность пород водоносных комплексов варьируется в различных артезианских бассейнах в весьма широких пределах от первых десятков до 150-400 м, а их водопроводимость – от первых десятков до 800-1000, а иногда и более м<sup>2</sup>/сут. В соответствии с этим изменяются и дебиты скважин (от 0,6-5 до 20-50 л/с). Водоносные горизонты, содержащие термальные воды, в основном высоконапорные. Пьезометрические уровни устанавливаются от 40-80 м ниже до 20-250 м выше поверхности земли.

В недрах Казахстана заключены огромные естественные запасы подземных термальных вод различного теплового потенциала (см. табл.). Наибольшим распространением пользуется субтермальные воды (пластовая температура 20-40°C). Они содержатся в проницаемых осадках мезозой-кайнозоя (кроме четвертичных) и скрываются скважинами на глубинах от 200-400 до 1000-1200 м. Минерализация вод изменяется в основном от 0,3-1,0 до 5,0 г/л, а в Балхаш-Алакольском и Ильинском артезианских бассейнах верхний предел повышается до 14-35 г/л, в Мангышлак-Устюртском и Прикаспийском до 50 и более г/л. На территории Тобольского артезианского бассейна температура подземных вод не превышает 20°C.

Естественные запасы вод температурной зоны 20-40°C по всем артезианским бассейнам оцениваются в 4,35·10<sup>12</sup> м<sup>3</sup>, а тепло, заключенное в них, в 137,2·10<sup>15</sup> ккал. Из этого количества на долю неогенового водоносного комплекса приходится 234,2·10<sup>19</sup> м<sup>3</sup> воды (и 7026·10<sup>12</sup> ккал тепла), палеогенового соответственного 11,4·10<sup>9</sup> м<sup>3</sup> (342·10<sup>12</sup> ккал), мелового - 3227·10<sup>9</sup> м<sup>3</sup> (103643·10<sup>12</sup> ккал), юрского 878·10<sup>9</sup> м<sup>3</sup> (26217·10<sup>12</sup> ккал).

Подземные с пластовой температурой 40-75°C (низкопотенциальные) отсутствуют в Тобольском, Иртышском и Балхаш-Алакольском артезианских бассейнах. На территории остальных бассейнов они вскрыты скважинами на глубинах до 2000-3500 м, и приуроченные к проницаемым осадкам в основном мелового возраста. В Прикаспийском и Мангышлак-Устюртском бассейнах они также установлены в отложениях юры, в Чу-Сарысуйском (восточная часть) – в неогеновом. Общие естественные запасы вод этой температурной зоны оцениваются в 6,37·10<sup>12</sup> м<sup>3</sup>, а содержащееся в них тепло в 358,2·10<sup>25</sup> ккал.

Из этого количества соответственно на неогеновый водоносный комплекс приходится 33,5·10<sup>9</sup> м<sup>3</sup> и 1,67·10<sup>15</sup> ккал, меловой – 5013·10<sup>9</sup> м<sup>3</sup> и 280,9·10<sup>1</sup> ккал и юрский 1326·10<sup>9</sup> м<sup>3</sup> и 70,6·10<sup>15</sup> ккал.

Подземные воды среднего теплового потенциала (75-100°C) получили развития лишь в артезианских бассейнах, расположенных на юге и западе республики. Такие воды скрываются скважинами на глубинах от 2000-2500 м до 3200-3600 м. На территории Прикаспийского и Мангышлак-Устюртского артезианских бассейнов содержатся в отложениях мелового и юрского возраста, Сырдарынском – мелового, в Ильинском – мелового, юрского и триасового. (Последние два здесь вскрыты лишь одиночными скважинами). В западной части Ильинского артезианского бассейна меловой водоносный комплекс прогнозический. Минерализация таких вод на юге в основном до 10 г/л. Естественные запасы вод этой температурной зоны ориентировочно оцениваются в 1,8·10<sup>9</sup> м<sup>3</sup>, содержащееся в них тепло в 157,2·10<sup>15</sup> ккал. В том числе на долю мелового водоносного комплекса соответственно приходится 722,4·10<sup>9</sup> м<sup>3</sup> и 65,5·10<sup>15</sup> ккал, а юрского – 1054·10<sup>9</sup> м<sup>3</sup> воды и 91,7·10<sup>15</sup> ккал тепла.

Перегретые воды (температура выше 100°C) имеются в трех артезианских бассейнах: Прикаспийском, Мангышлак-Устюртском и Ильинском. Залегают они на глубинах более 3500-4000 м и приурочены в первом к отложениям юры, во втором – мела и юры и в последнем – мела. В Ильинском артезианском бассейне наиболее изучены воды меловых отложений. Минерализация их обычно не превышает 3 г/л. Воды юрских и триасовых отложений вскрыты здесь одиночными скважинами, поэтому запасы их не подсчитывались. Согласно расчетам температура вод в подошве триасовых отложений в самой глубокой части Джаркентского артезианского бассейна может достигать 150-160°C. В Прикаспийском и Мангышлак-Устюртском артезианских бассейнах перегретые воды высокоминерализованные.

Для быстрой выработки основанных рекомендаций по практическому использованию термальных вод различной температуры, минерализации, химического газового состава должен быть создан научно-экспериментальный геотермальный полигон в целях использования термальных вод в промышленности, в нуждах населения,

**Естественные запасы подземных термальных вод и содержащегося в них тепла  
по артезианским бассейнам Казахстана**

Артезианские бассейны	Водоносный комплекс	Естественные запасы		
		10 м <sup>3</sup> , воды	Тепла	
			10 <sup>12</sup> ккал	10, Т. У.Т.
<b>Температурная зона 20-40°С</b>				
Прикаспийский	Меловой	11,4	341	48,7
То же	Юрский	830	24777	3540
Мангышлак-Устюртский	Меловой	70	2100	147
То же	Юрский	48	1440	101
Тобольский	Температура воды ниже 20°С			
Иртышский	Меловой	1944	64500	9200
Тургайский	Меловой	176,9	4689	670
Сырдарынский	Меловой	738	23400	3340
Чу-Сарысуйский	Меловой	260,3	7809	1116
То же	Неогеновый	153,6	4608	653
Илийский (восток)	Меловой	18,6	558	79,7
То же (запад)	Меловой	6,8	204	29,2
Балхаш-Алакольский	Несогеновый	80,6	2418	345,7
То же	Палеогеновый	11,4	342	49
Зайсанский	Мел-палеогеновый	1,4	42	6
Итого		4351,0	137228	19326,3
<b>Температурная зона 40-75°С</b>				
Прикаспийский	Меловой	1538	87667	12523
То же	Юрский	1226	69916	9988
Мангышлак-Устюртский	Меловой	1940	110680	7748
То же	Юрский	100	5700	399
Тургайский	Меловой	44,3	2037	291
Сырдарынский	Меловой	1471,5	79500	11400
Чу-Сарысуйский	Неогеновый	33,5	1675	239
То же	Меловой	5,2	262,5	37,5
Илийский (восток)	Меловой	7,0	397,6	56,8
То же (запад)	Меловой	6,9	394	56,3
Зайсанский	Мел-палеогеновый	0,44	2,0	2,8
Итого		6372,8	358231,1	42741,4
<b>Температурная зона 75-100°С</b>				
Прикаспийский	Меловой	239	20798	2791
То же	Юрский	586	51008	7286
Мангышлак-Устюртский	Меловой	354	30800	2156
То же	Юрский	468	40716	2850
Сырдарынский	Меловой	158	12000	1700
Илийский (восток)	Меловой	15,7	1364,1	194,9
То же (запад)	Меловой	5,7	493,3	70,5
Итого		1826,4	157179,4	17048,4
<b>Температурная зона выше 100°С</b>				
Прикаспийский	Юрский	150	15802	2257
Мангышлак-Устюртский	Меловой	69	7600	532
То же	Юрский	582	91374	6396
Илийский (восток)	Меловой	32	3515,6	502,3
То же (запад)	Меловой	1,2	131,7	18,8
Итого		834,2	118423,3	9706,1
Всего по Казахстану с температурой от 20 до 100°С		13384,2	771062	88821
В том числе теплоэнергетические воды (температура выше 40°С)		9032	633834	69495

в сельскохозяйственных и других нужд, которые дали бы сбережение природных ресурсов страны. В странах западной Европы, Северной Америки и юго-восточной Азии энергия геотермальных вод получила широкое применение как ресурсо-сберегающая энергия.

Концепцию использованию термальных вод и их запасов можно было поручить действующему Институту гидрогеологии и гидрофизики им. У. М. Ахмедсафина, для этих целей нужно выделять определенные бюджетные средства, объемы финансирования может определить вышеуказанный институт.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Комлев В.И., Прокопенко Н.М. Термальные источники Среднего и Восточного Тянь-Шаня. М., 1938.
2. Красковский С.А. Геотермические исследования в СССР. // М.: Наука недр. 1937. №3.
3. Красковский С.А. О термальных водах соляных куполов // М.: Развед-недр. 1937. №3.
4. Дьяконов Д.И. Термические исследования в скважинах // М.: Нефтяное хозяйство. 1938. №6.
5. Дахнов В.Н. Термометрические измерения в скважинах. Нефтепромысловых районов Советского Союза // Народное хозяйство. 1938. №6.
6. Беляков М.Ф. Геотермические аномалии соляных куполов Эмбы // Докл. АН СССР. Новая серия. Т. 68(6). 1949.
7. Джангириянц Д.А. Геотермическая характеристика Эмбенской области // Геология нефти и газа. 1965. №1. С. 52-58.
8. Далярин И.Б. Геотермические условия Северо-Западного Приаралья и Северного Устюрта // Геология и нефтегазоносность Прикаспийской впадины. Тр. ВНИГНИ. Вып. 152. 1974.
9. Концерштейн В.Н. Новые данные по геотермии Южно-Мангышлакского прогиба и их значение для выявления закономерностей размещения залежей нефти и газа // ДАН СССР. Т.196, №6. 1971.
10. Сыдыков Ж.С., Джангириянц Д.А. Геотермические условия Западного Казахстана – показатель формирования подземных вод. Тр. Зап. КазНИГРИ. М., 1972.
11. Жеваго В.С. Основные закономерности распределения тепла в верхней части земной коры на территории Казахстана. Тр. Ин-та ГГФ АН КазССР. Алма-Ата, 1968. Т. 1. С. 158-174.
12. Жеваго В.С. Геотермия и термальные воды Казахстана. Алма-Ата, 1972. 266 с.
13. Тепловой режим и гидротермальная энергия недр Южного Казахстана / Жеваго В.С., Кан М.С., Бондаренко Н.М., Алещенко Г.Р. Алма-Ата, 1976. 68 с.
14. Термоаномалии подземных вод Казахстана // Н.М. Бондаренко, В.С. Жеваго, М.С. Кан, Ж.С. Сыдыков. Алма-Ата, 1981. 84 с.
15. Гидрогеотермические условия Арало-Каспийского нефтеносного региона // Ж.С. Сыдыков, М.А. Мухамеджанов, В.И. Порядин и др. Алма-Ата, 1977. 183 с.
16. Инструкция по применению классификации эксплуатационных запасов подземных вод к месторождениям теплознегретических вод. М.: ГКЗ СССР, 1985. 27 с.
17. Подземные минеральные воды Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1984. 232 с.
18. Сыдыков Ж.С., Канн М.С., Бондаренко Н.М., Алещенко Г.Р. Лечебные минеральные воды Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1972. 110 с.
19. Гидрогеология СССР. Т. 36. Южный Казахстан. М.: Недра, 1970. 472 с.
20. Термы и газы Тянь-Шаня. М., 1938. 279 с.
21. Тектоническая карта Казахской ССР и прилегающих территорий союзных республик. М-ба 1:1500000. 1971 / Ред. В.Ф.Беспалов, В.Г.Гарьковин и др.
22. Геологическая карта юга СССР м-ба 1:1500000 / Под ред. Афоничева. М.: Недра, 1983.
23. Джангириянц Д.А., Завгородний А.Д., Шаховой А.И. Новые данные о геотермии Южной Эмбы. Тр. Зап. КазНИГРИ. М.: Недра, 1972. С. 39-44.
24. Колпаков В.Б. Минеральные лечебные воды Южной Эмбы. Тр. Ин-та нефти. 1961. Т. IV. С. 180-183.
25. Сыдыков Ж.С., Чакабаев С.Е., Мухамеджанов М.А. и др. Гидрогеотермические условия Арало-Каспийского нефтегазоносного региона. Алма-Ата: Наука, 1977. 183 с.
26. Зорькин Л.М. Геохимия газов пластовых вод нефтегазоносных бассейнов. М.: Недра, 1973. С. 38-41.
27. Зорькин Л.М., Стадник Е.В., Козлов В.Г. Гидрогеохимические показатели нефтегазоносности Прикаспийской впадины. М.: Недра, 1975. С. 59-73.
28. Сыдыков Ж.С. Подземные воды Мугоджар и Примугоджарских равнин. Алма-Ата: Наука, 1966. 415 с.
29. Сыдыков Ж.С. и др. Формирование и ресурсы подземных вод меловых отложений Западного и Северного Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1976. 160 с.
30. Гидрогеология СССР. М.: Недра, 1971. Т. 37. Восточный Казахстан. 307 с.
31. Маврицкий Б.Ф. Термальные воды складчатых и платформенных областей СССР. М., 1977. 242 с.
32. Мухамеджанов С.М. Гидрогеология северо-восточной части Казахстана. Алма-Ата, 1971. 329 с.
33. Формирование подземного стока на территории Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1970. 147 с.
34. Артезианские воды Чу-Сарысуйской впадины. Алма-Ата: Наука, 1979. 160 с.

АО «Национальный центр  
космических исследований и  
технологии» НКАРК

Поступила 10.04.08г.