

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 6, Number 408 (2014), 55 – 61

## TO THE QUESTION OF USING GEOTHERMAL WATERS OF THE ZHARKENT ARTEZIAN BASIN

E. Murtazin, S. Kan, V. Vyalov, Sh. Kurmangaliyeva, O. Suldina, O. Kalugin

LLP "Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U. M. Akhmedsafin", Almaty, Kazakhstan

**Key words:** geothermal waters, wells, regional resources, operational stocks, debit calculation schemes of geothermal water.

**Abstract.** The results of research on opportunity of using unconventional energy sources - geothermal waters - for heating, domestic hot water supply of rural populated locality and urban microdistricts as well as objects of industrial and agricultural purpose located near the wells with a complex of characteristics, satisfying all necessary requirements, are presented. Characteristics of deep wells (1T, 2T, 3T and 1P), revealed the thermal waters in upper cretaceous, the most promising aquifer of the Zharkent artesian basin, is given. Assessment of regional resources of the thermal waters for individual aquiferous complexes is conducted. The assessment of regional operational stocks of the thermal waters is performed by the method of hydrogeological calculations of systems debit of enlarged intake structures, equally and conditionally placed along the area of the basin. Several conceptual schemes of the geothermal water use are considered.

УДК 553.78

## К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ВОД ЖАРКЕНТСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАСЕЙНА

Е. Ж. Муртазин, С. М. Кан, В. Д. Вялов, Ш. Г. Курмангалиева,  
О. В. Сульдина, О. А. Калугин

ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина», Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** геотермальные воды, скважины, региональные ресурсы, эксплуатационные запасы, расчет дебита, схемы использования геотермальной воды.

**Аннотация.** Приведены результаты исследований возможности использования нетрадиционных источников энергии – геотермальных вод в целях теплоснабжения, горячего водоснабжения сельских населенных пунктов и городских микрорайонов, а также на объектах промышленного и сельскохозяйственного назначения, расположенных вблизи скважин с комплексом характеристик, удовлетворяющих все необходимые требования. Дана характеристика глубоких скважин (1Т, 2Т, 3Т и 1П), вскрывших термальные воды в верхнемеловом, наиболее перспективном водоносном горизонте Жаркентского артезианского бассейна. Произведена оценка региональных ресурсов термальных вод для отдельных водоносных комплексов. Оценка региональных эксплуатационных запасов термальных вод произведена методом гидрогеологических расчетов дебита системы укрупненных водозаборных сооружений, равномерно и условно размещенных по площади бассейна. Рассмотрено несколько концептуальных схем использования геотермальной воды.

В Восточно-Илийской впадине, расположенной в юго-восточной части Казахстана, находится крупный артезианский бассейн пресных термальных вод с температурой от 40 до 100 и более °С. Выполненные ранее исследования [1–3] показали, что в осадочном чехле имеются мощные пласты

пород, обладающие хорошими коллекторскими свойствами. Наличие в недрах прогиба пресных и минерализованных термальных вод подтверждено бурением глубоких скважин.

Согласно схеме гидрогеологического районирования Казахстана, разработанной академиком Х. М. Ахмедсафиним [4], Восточно-Илийский (Жаркентский) артезианский бассейн, является бассейном второго порядка по отношению к Копа-Илийскому. Прогиб представляет собой многоярусный артезианский бассейн, областями питания которого являются окружающие горные сооружения. Здесь выпадает значительное количество атмосферных осадков (до 500 мм в год), широко развиты ледники, что способствует образованию поверхностного и подземного стока во впадинах, где формируются термальные воды. Бассейн выполнен мощными осадочными отложениями мезозоя и кайнозоя. В разрезе выделяется пять водоносных комплексов с термальной водой: неогеновый, палеогеновый, меловой, юрский и триасовый. Наиболее перспективным для использования геотермальных вод является меловой водоносный комплекс. В 80-е годы пробурено 4 глубоких скважины (1Т, 2Т, 3Т и 1П), которыми были вскрыты термальные воды в верхне-меловом водоносном горизонте.

Скважина 1Т – расположена в Панфиловском районе Алматинской области, в 34 км южнее г. Жаркент. Глубина скважины 2902 м. Водоносный горизонт опробован в интервале глубин 2768-2540 м. Дебит скважины составил 28,9 л/сек, избыточное давление на устье 23 атм, температура воды 72,5<sup>0</sup>С. Минерализация воды 0,452 г/л, по химическому составу вода сульфатно-гидрокарбонатная натриевая.

Скважина 2Т – расположена в Панфиловском районе Алматинской области, в 39 км южнее г. Жаркент. Глубина скважины 3160 м. Водоносный горизонт опробован в интервале глубин 1586-1738 м. Дебит скважины составил 26 л/сек, избыточное давление на устье 20 атм, температура воды 72<sup>0</sup> С. Минерализация воды 0,45 г/л, по химическому составу вода гидрокарбонатная натриевая. В настоящее время скважина находится в консервации.

Скважина 3Т – расположена в Панфиловском районе Алматинской области, в 33 км южнее г. Жаркент. Глубина скважины 3281 м. Водоносный горизонт опробован в интервале глубин 2270-2350 м, получен дебит при самоизливе 40 л/сек. Избыточное давление на устье скважины составило 22 атм. Температура воды на устье 73<sup>0</sup>С. Минерализация воды 0,4 г/л. По химическому составу вода сульфатно-гидрокарбонатная натриевая. Скважина 3Т в настоящее время изливается бесцельно, на ее базе предполагается создать геотермальный центр по комплексному использованию теплового и бальнеологического потенциала вод.

Скважина 1П – расположена в Панфиловском районе Алматинской области, в 32 км южнее г. Жаркент. Скважина пройдена Жаркентской партией АО «Алматыгидрогеология» в 1997-1998 гг. Конструкция скважины: направление диаметром 428 мм спущено до глубины 20,6 м и зацементировано до устья, кондуктор 299 мм спущен до глубины 642,5 м и зацементирован до устья, техническая колонна 219 мм спущена до глубины 2256 м и зацементирована до устья. Глубина скважины 3360 м. Водоносный горизонт опробован в интервале 2225 – 2232 м. Дебит скважины 24 л/с, температура воды на устье 72<sup>0</sup>С, минерализация воды 0,5 г/л, в настоящее время скважина находится в консервации.

Удельная водоотдача основных коллекторов триасового и юрского водоносных комплексов, состоящих из рыхлых конгломератов, песчаников и песков, в среднем принята за 0,14. Меловые отложения, представленные крупнозернистыми песками с включением гравия и гальки и слабоцементированными песчаниками, имеют водоотдачу порядка 0,15 – 0,20. Палеогеновые песчаные отложения, часто с примесью пылеватых и глинистых частиц, характеризуются небольшой величиной водоотдачи – около 0,05, неогеновые песчаные отложения – до 0,07.

Исходя из вышеприведенных параметров водовмещающих отложений, произведена оценка региональных ресурсов термальных вод для отдельных водоносных комплексов (таблица 1).

Как следует из таблицы 1, региональные эксплуатационные ресурсы термальных вод по Жаркентскому бассейну составляют 343 млрд м<sup>3</sup>.

Региональные эксплуатационные запасы термальных вод оценены для вод с температурой выше 35<sup>0</sup>С.

Таблица 1 – Расчетные параметры и региональные эксплуатационные ресурсы термальных вод Жаркентского артезианского бассейна

Возраст водовмещ. пород	Площадь распространения, $10^6 \text{ м}^2$	Средняя мощность водовмещ. пород, м	Удельная водоотдача	Региональные запасы, млрд $\text{м}^3$
Неогеновый	5170,0	240	0,07	86,9
Палеогеновый	6285,0	85	0,05	26,7
Меловой	4037,5	67	0,20	54,1
Юрский	4275,0	63	0,14	37,7
Триасовый	3527,5	85	0,14	42,0

Пьезометрический уровень термальных вод, вскрытых многочисленными скважинами, изменяется по площади от первых десятков до 360 м выше поверхности земли. В среднем для всей площади принято значение уровня равное +100 м. Заданное понижение к концу срока эксплуатации принимается на 100 м ниже поверхности земли. Следовательно, при оценке запасов термальных вод расчетное понижение составит 200 м.

Результаты определения эксплуатационных запасов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Эксплуатационные запасы термальных вод

Возраст водовмещ. пород	Площадь распространения, $10^5 \text{ м}^2$	Средняя мощн. водовм. пород, м	Ср. коэф. фильтрации, м/сутки	Радиус «большого колодца», м	Гидравлич. сопротивл. пласта	Региональные эксплуатац. запасы, $\text{м}^3/\text{сутки}$
Неогеновый	5170	240	0,8	40625	1,309	368452,3
Палеогеновый	6285	85	1,1	44792	1,114	210836,6
Меловой	4037,5	67	1,0	35901	1,556	108164,5
Юрский	4275	63	0,6	36942	1,499	63344,6
Триасовый	3527,5	85	0,53	34030	1,663	68049,1
Итого						1397911,5

Оценка региональных эксплуатационных запасов термальных вод произведена методом гидрогеологических расчетов дебита системы укрупненных водозаборных сооружений, равномерно и условно размещенных по площади бассейна.

Подземный сток из бассейна отсутствует, и основная разгрузка происходит по долине р. Или, а также за счет испарения. В разрезе установлены водоносные комплексы с термальной водой  $t = 40^\circ \text{ C}$  и более  $100^\circ \text{ C}$ .

Температура подземных вод зависит от экзогенных и эндогенных (изотермических) факторов, сочетание которых определяет геотермическую зональность земных недр. Сезонные колебания температуры отмечаются лишь в верхних водоносных горизонтах, и не показывают глубин нейтрального слоя, где  $t$  подземных вод постоянна и близка к среднегодовой температуре воздуха. В целом, по мере продвижения от бортов к центру, глубина залегания подошвы нейтрального слоя уменьшается от 50 м (на борту) до 20 м (в центральной части).

Анализ термограмм по глубоким скважинам показывает, что с увеличением глубины температура пород неизменно увеличивается, но геотермический градиент непостоянен, как по площади прогиба, так и по всему вертикальному разрезу [3]. Эта гидродинамическая зональность связана с глубоким проникновением холодных метеорных вод.

Использование и применение нетрадиционных экологически чистых источников энергии (термальные подземные воды) для этого региона является важнейшим фактором рационального использования и экономии традиционно не возобновляемых энергетических ресурсов (уголь, нефть, газ и др.).

Теплоснабжение населенных пунктов района – децентрализованное, по причине преобладания почти во всех населенных пунктах района старой одноэтажной застройки (97-100%). Источниками тепла служат, в основном, индивидуальные печные устройства на твердых видах топлива. В г. Жаркент и в некоторых центральных усадьбах теплоснабжение осуществляется от мало-мощных отопительных котельных, работающих на угле.

В связи с намечаемым строительством жилищного и культурно-бытового фонда, а также расширением существующих и размещением новых промпредприятий и сельскохозяйственных комплексов возрастает потребление тепловой энергии. В связи с этим использование геотермальных вод может существенно облегчить положение с теплоснабжением данного региона.

В основу определения возможного теплосъема с термальной воды и экономии топлива при этом положены следующие условия:

– схема теплоснабжения потребителей жилищно-коммунального сектора и тепличных хозяйств с пиковым догревом воды из скважин. Схема предусматривает включение низкотемпературных систем отопления в качестве замыкающего звена в схеме. При этом температура обратной воды из этих систем отопления принята  $40^{\circ}$ , общая температура срабатывания теплового потенциала геотермальной воды с учетом подачи тепла на горячее водоснабжение  $32-30^{\circ}\text{C}$ ;

– число часов использования максимальной годовой нагрузки определено: для теплично-овощного комбината с включением весенних теплиц 3800 час, для тепловодных рыбных хозяйств – около 8000 час.

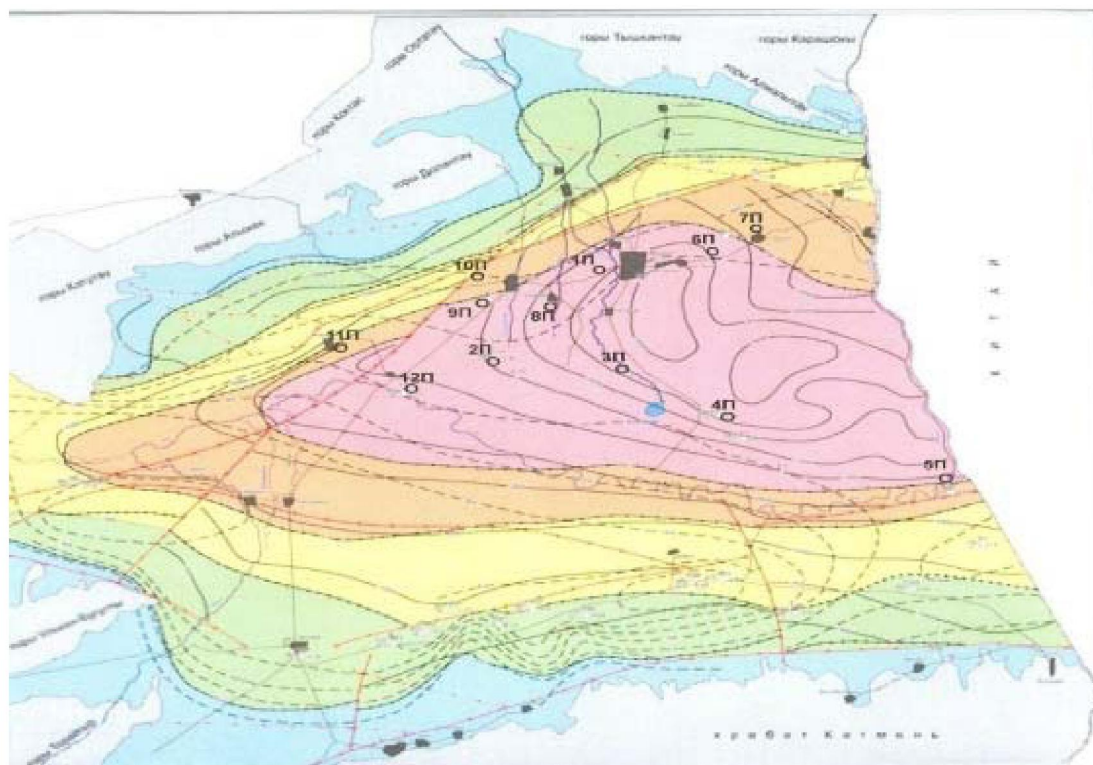
Из этого следует, что возможно получение годовой экономии топлива при полном использовании термальных ресурсов в таких размерах:

– при использовании ресурсов с понижением уровня подземных вод на 200 м – 7,16 млн. т условного топлива;

– при использовании ресурсов при понижении эксплуатационного уровня на 100 м – 4,241 млн. т условного топлива;

– при эксплуатации термальных водозаборов на режиме самоизлива 1, 29 млн. т условного топлива.

Размещение скважин и параметры водозаборов показаны на прогнозной карте использования термальных вод Панфиловского района Алматинской области (рисунок 1).



1П  
○ – Проектная скважина геотермального водозабора.

Рисунок 1 – Прогнозная карта использования термальных вод Панфиловского района Алматинской области

Исходные данные позволяют рассмотреть несколько концептуальных схем использования геотермальной воды в целях теплоснабжения, горячего водоснабжения сельских населенных пунктов и городских микрорайонов, а также на объектах промышленного и сельскохозяйственного назначения, расположенных вблизи скважин с комплексом характеристик, удовлетворяющих все необходимые требования. Во-первых, это наиболее экономически выгодный одноконтурный вариант, когда добываемая геотермальная вода непосредственно служит теплоносителем в сети теплоснабжения и не требует специальных технологических решений при ее утилизации. Во-вторых, комбинированные схемы с использованием как геотермального тепла, так и тепла от сжигания жидкого, газообразного или твердого топлива для организации тех или иных видов производств, в частности там, где требуется пар. В-третьих, это двухконтурные схемы в тех случаях, когда учитываются либо экологические ограничения, либо когда температура геотермальной воды недостаточна для целей теплоснабжения. В-четвертых, это схемы использования геотермальных вод для целей бальнеологии.

В качестве примера первого варианта концептуальных схем можно привести материалы проекта опытно-промышленной разработки Приильского месторождения термальных вод, выполненного рядом подразделений ОАО «Газпром». По результатам проведенных в рамках проекта геологоразведочных работ, бурения и испытания скважин институтом ВНИПИгеотерм (Сабанаев К.А. и др.) были обоснованы временные кондиции термальных вод, а Институтом гидрогеологии и гидрофизики АН Казахской ССР (Мухамеджанов С.М. и др.) – осуществлена оперативная оценка запасов по категории С1.

На основе этих данных были разработаны технологические схемы и варианты эксплуатации объекта. То обстоятельство, что термальные воды, соответствовали ГОСТу «Вода питьевая» и не обладали агрессивностью, определило условия создания термоводозабора и очередность ввода ячеек в эксплуатацию, а также возможность подачи термальных вод непосредственно потребителю. Особенности создания термоводозабора заключаются в поэтапном вводе в эксплуатацию отдельных ячеек по мере испытания и заканчивания скважин. Термоводозабор планировалось довести до проектной мощности (12 тыс.м<sup>3</sup>/сут). Технологические схемы использования термальных вод были рассмотрены в укрупненных технико-экономических расчетах (4 варианта теплоснабжения).

Скважины 1Т, 2Т и 1П Усекской площади в настоящее время находятся на консервации. По этим скважинам предлагается произвести:

- 1) расконсервацию и опробование;
- 2) гидродинамические исследования по определению энергетического потенциала;
- 3) в перспективе создать на их базе геотермальный агрокомбинат.

Для энергоснабжения комбината предполагается использовать солнечно-геотермальную установку, после апробации ее на скважине 3Т.

При разработке геотермального месторождения Усекской площади будет применяться технология, которая хорошо зарекомендовала себя, и успешно применяется во Франции, имеет промышленное распространение в Германии, на Украине (Крым), в Дании, Швейцарии, США, Польше, России (Чечня, Дагестан) и др. (рисунок 2).

В 90-е годы Институтом гидрогеологии и гидрофизики (лаборатория термальных и минеральных вод) в пределах южной части Жаркентского бассейна (Карадалинская площадь) была выявлена геотермальная зона большой протяженности (40-50 км), в пределах которой могут быть вскрыты подземные воды с высоким температурным потенциалом (120-150<sup>0</sup>С) на сравнительно небольших глубинах (2,0-2,5 км). Здесь необходимо проведение научно-исследовательских работ по определению перспективного участка разгрузки подземных вод глубинной циркуляции с высоким тепловым потенциалом с дальнейшей постановкой в пределах перспективного участка разведочных работ на парогидротермы.

Научные исследования будут осуществляться посредством применения комплекса полевых работ (геотермическая, газовая, гелиевая, гидродинамическая и гидрохимическая съемка) в пределах геотермальной зоны и лабораторных исследований геотермальных вод.

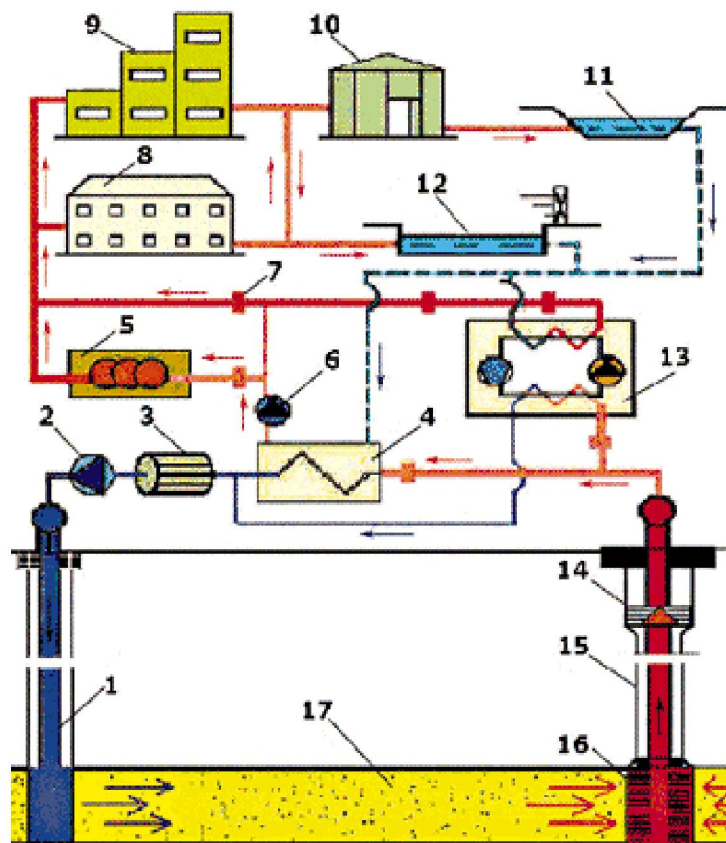


Рисунок 2 – Принципиальная схема станции геотермального теплоснабжения при разработке термоводоносного проницаемого горизонта: 1 – нагнетательная скважина; 2 – наземная насосная установка; 3 – система водогазоочистки и водоподготовки; 4 – теплообменники; 5 – догревающая котельная; 6 – сетевой насос; 7 – магистральные теплотрассы; 8 – жилой массив; 9 – промышленные объекты; 10 – парниково-тепличный комбинат; 11 – рыбное хозяйство; 12 – бальнеологический и спортивно-оздоровительный комплекс; 13 – тепловые насосы; 14 – погружные насосы; 15 – добычная (водоподъемная) скважина; 16 – система прискважинных фильтров

В результате проведенных научных исследований будут определены гидрогеохимические показатели разгрузки геотермальных вод глубокой циркуляции и выделена в пределах геотермальной зоны перспективная площадь на парогидротермы.

Карадалинская площадь является наиболее перспективной для выработки экологически чистой электроэнергии в промышленных масштабах.

Для получения электроэнергии на Карадалинской площади может быть использована *Гидропаровая турбинная установка (ГПТ)* производства ЗАО Научно-производственного внедренческого предприятия "Турбокон" (Россия) представленная выше или *геотермальная установка израильско-американской фирмы «ORMAT»*.

Промышленное освоение и эксплуатация геотермальных ресурсов в топливно-энергетическом комплексе позволяют заменить традиционные методы энергоснабжения, обеспечивая достижение эффективных экономических и социальных результатов.

Использование геотермальных вод для нужд теплофикации, горячего водоснабжения производственных, вспомогательных и жилых помещений рабочих поселков, предприятий может быть организовано за счет строительства тепловых пунктов, предназначенных для отопления и водоснабжения объектов жилищно-коммунального и производственного назначения.

Для реализации использования термальных ресурсов Жаркентского артезианского бассейна следует выполнить необходимые геологоразведочные работы, включая ремонт существующих термальных скважин и бурение новых скважин на перспективных площадях в этом районе, а затем, с учетом результатов разведочных работ, выполнить технико-экономическое обоснование использования термальных вод для теплоснабжения г. Жаркента и Хоргосского центра между-

народного сотрудничества, с уточнением схемы использования и количества подключенных потребителей. Реализация такого проекта в отдаленном сельском районе республики несет в себе позитивные моменты для становления и развития цивилизованных рыночных отношений в регионе.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Филиппов Г.П., Рабкин Ф.С. Отчет о результатах структурно-поискового бурения в северо-западной части Джаркентской депрессии в 1957, 1958 и 9 месяцев 1959 г.: Фонды ЮКГУ. – Алма-Ата, 1959. – 164 с.
- [2] Жеваго В.С. Геотермия и термальные воды Казахстана. – Алма-Ата, 1972. – 256 с.
- [3] Бондаренко Н.М., Жеваго В.С., Кан М.С. и др. Термоаномалии подземных вод Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1981. – 84 с.
- [4] Ахмедсафин У.М., Батабергенова М.Ш., и др. Артезианские бассейны Южного Казахстана. – Алма-Ата: Наука КазССР, 1968. – 122 с.

#### REFERENCES

- [1] Filipev G.P., Rabkin F.S. Report about the results of structural exploration drilling in northwestern part of Zharkent depression in 1957, 1958 and 9 months of 1959. Funds YUKGU. Almaty, 1959. 164 p.
- [2] Zhevago V.S. Geothermal energy and thermal waters in Kazakhstan. Almaty, 1972. 256 p.
- [3] Bondarenko N.M., Zhevago V.S., Kan M.S. and others. Thermal anomaly groundwater of Kazakhstan. Almaty: Science, 1981. 84 p.
- [4] Akhmedsafin U.M., Batabergenova M. and others. Artesian basin of southern Kazakhstan. Almaty: Science of the Kazakh SSR, 1968. 122 p.

### ЖАРКЕНТ АРТЕЗИАН БАССЕЙНІНІҢ ГЕОТЕРМАЛЬДІ СУЛАРЫН ҚОЛДАНУ СҰРАҒЫ МӘСЕЛЕСІНЕ

**Е. Ж. Мұртазин, С. М. Кан, В. Д. Вялов, Ш. Г. Құрманғалиева, О. В. Сульдина, О. А. Калугин**

«У. М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** геотермальді сулар, ұңғымалар, аймақтық ресурстар, эксплуатациялық қорлар, дебит есебі, геотермальді суларды қолдану сызбанұсқасы.

**Аннотация.** Қалалық ықшам аудандарын және ауылдық елді-мекендерін ыстық сумен қамтамасыз ету, сонымен қатар ұңғыма кешенінің жанында орналасқан, ауыл шаруашылық және өнеркәсіптік нысандарда сипаттамалары барлық талаптарға сай, жылумен қамтамасыз ету мақсатында геотермальді сулар бейдәстүрлі энергия көздерін қолдану мүмкіндігінің зерттеу нәтижелері көрсетілген. Жаркент артезиан бассейнінің айрықша перспективалық сулы деңгейжигін, жоғарғы борлы қабаттан анықталған термальді сулар (1Т, 2Т, 3Т және 1П) терең ұңғымаларына сипаттама берілген. Дербес сулы кешендер үшін термальді сулардың аймақтық ресурсына бағалау жүргізілген. Бассейннің ауданы бойынша шартты түрде және біркелкі орналасқан, ұлғайтылған су іркіш құрылыс жүйелерінің дебит есебі гидрогеологиялық әдіспен жүргізілген термальді сулардың аймақтық эксплуатациялық қорларына баға беру. Геотермальді суларды қолданудың бірнеше тұжырымдамалық сызбанұсқасы қарастырылған.

*Поступила 27.11.2014 г.*