



ГИДРОГЕОЛОГИ, ИНЖЕНЕРИЙН ГЕОЛОГИ

Судалгааны нийтлэл

<https://doi.org/10.21285/2686-9993-2021-44-3-243-252>



Хульжийн халуун рашааны ордын нөөцөд үнэлгээ өгөх асуудалд

Дамдин Сурмаажав^a, Чинбат Ариунаа^b

^{a,b}Монголын гидрогеологичдын холбоо НҮТББ, Улаанбаатар хот, Монгол улс

Холбогдох зохиогч: Сурмаажав Дамдин, surmaajavdamdin@yahoo.com

Хураангуй. Монгол Улсын Булган аймгийн нутагт орших Хульжийн халуун рашааны ордын гидрогеологийн эрлийн үе шатны судалгааг анх 1973 онд явуулсан. 1973 оны судалгаанаас хойш өнөөг хүртэл судалгааны ажил хийгдээгүй байсан. Харин 2020–2021 ондуудад Булган аймгийн Засаг даргын санаачлагаар улсын төсвийн хөрөнгөөр Хульжийн рашааны нөөц тогтоох зорилгоор гидрогеологийн ашиглалтын хайгуулын үе шатны судалгааг явуулж, ашиглалтын нөөцийг үйлдвэрлэлийн В зэрэглэлээр анх удаа тооцсон. Тус рашааны ордын геологиструктур, гидрогеохими, гидрогеотермийн горимын онцлогийг илрүүлсэн тухай өгүүлнэ.

Түлхүүр үг: үндсэн усажсан хагарал, туслах хагарал, төрөл, үйлдвэрийн зэрэг, ашиглалтын нөөц, халуун рашаан

Ишлэлийн хувьд: Сурмаажав Д., Ариунаа Ч. Хульжийн халуун рашааны ордын нөөцөд үнэлгээ өгөх асуудалд. *Nauki o Zemle i nedropol'zovanie = Газарзүйн шинжлэх ухаан ба газрын хэвлийн ашиглалт*. 2021;44(3):243-252. <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2021-44-3-243-252>.

HYDROGEOLOGY AND ENGINEERING GEOLOGY

Original article

To reserves estimation of Khulj hot spring

Damdin Surmaajav^a, Chinbat Ariunaa^b

^{a,b}Mongolian Association of Hydrogeologists, Ulaanbaatar, Mongolia

Corresponding author: Damdin Surmaajav, surmaajavdamdin@yahoo.com

Abstract. The first prospect evaluation hydrogeological survey of underground mineral thermal waters formed by Khulj hot spring in Bulgan aimag, Mongolia was conducted in 1973. And since then no research has been conducted. However, in 2020–2021, the Governor of Bulgan aimag initiated a hydrogeological exploration study of Khulj spring in order to determine its mineral thermal water resources. The works were funded by the state budget. It was the first time that the mineral thermal water resources of Khulj spring were estimated and classified to the category B in accordance with the degree of geological and hydrogeological study. Conducted exploration works allowed to investigate and specify geological-structural, hydrogeochemical and hydrogeothermal features that determined the formation of the mineral thermal water deposit.

Keywords: water-bearing faults, echelon fractures, industrial-genetic type, resources, mineral and thermal waters

For citation: Surmaajav D., Ariunaa Ch. To reserves estimation of Khulj hot spring. *Nauki o Zemle i nedropol'zovanie = Earth sciences and subsoil use*. 2021;44(3):243-252. (In Mongolian). <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2021-44-3-243-252>.



ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

Научная статья
УДК 553.78(437)

К вопросу оценки запасов месторождения термальных вод источника Хульж

Дамдин Сурмаажав^а, Чинбат Ариунаа^б

^{а,б}Монгольская ассоциация гидрогеологов, г. Улан-Батор, Монголия

Автор, ответственный за переписку: Сурмаажав Дамдин, surmaajavdamdin@yahoo.com

Резюме. Первые поисково-оценочные гидрогеологические исследования участка минеральных термальных подземных вод, сформированного источником Хульж в аймаке Булган, Монголия, были произведены в 1973 году. С тех пор в течение длительного времени никаких работ не проводилось. Однако в 2020–2021 годах по инициативе губернатора аймака Булган была проведена гидрогеологическая разведка для определения запасов минеральных термальных вод месторождения Хульж. Работы проведены за счет средств государственного бюджета. Впервые сделана оценка запасов минеральных термальных вод месторождения Хульж, которые в соответствии со степенью геолого-гидрогеологической изученности отнесены к категории В. При проведении разведочных работ изучены и детализированы геолого-структурные, гидрогеохимические и гидрогеотермические особенности, предопределившие формирование месторождения минеральных термальных вод.

Ключевые слова: обводненные разломы, оперяющие трещины, промышленно-генетический тип, запасы, минеральные, термальные воды.

Для цитирования: Сурмаажав Д., Ариунаа Ч. К вопросу оценки запасов месторождения термальных вод источника Хульж // Науки о Земле и недропользование. 2021. Т. 44. № 3. С. 243–252. <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2021-44-3-243-252>.

Оршил

Манай орны халуун, хүйтэн рашааны гидрогеологи, гидрогеохими, гидрогеотерм, бальнеологийн нөхцөлийг судлаж, ард иргэдийн эмчилгээ сувилгаанд хэрэглэхийн зэрэгцээ, рашааны экосистемийн тэнцвэрт байдлыг хадгалах, нөөцийг нь тогтоох, газрын гүний дулааны сэргээгдэх эрчим хүчийг ашиглах явдал чухал байдаг [1–6].

Хульжийн рашаан нь эрт дээр үеээс нутгийн иргэд, гадаадын аянчин, жуулчин, эрдэмтэн мэргэдийн сонирхлыг татсан, эмчил-гээ сувилгаанд өргөн хэрэглэгдэж байсан манай орны алдартай рашаануудын нэг болно.

1927 онд В. А. Смирнов анх удаа Хульжийн халуун рашааны булагт хэмжилт хийж химийн найрлагыг шинжлэн хүхэр-тустөрөгчтэй халуун рашаан болохыг тогтоосон бол В. Н. Попов, Н. А. Маринов нар Хульжийн рашааны орчмын талбайн геолого-гидрогеологийн зургийг зохион, уулс хоорондын хотгорт байдаг гэдгийг тогтоож, тэр хотгорын хэмжээг тооцож босоо тэнхлэгийн дагуу 16 км-т сунасан, 3 км өргөнтэй гэж тогтоосон байна. Е. В. Пиннекер, Г. М. Шпейзер,

Б. И. Писарский нар химийн найрлагыг нарийвчлан судалж цахиурын хүчлийн агуулгыг анх тодорхойлсон [7]. 1974 онд гидрогеологийн эрлийн үе шатны судалгааг доктор З. Нарангэрэлийн удирдлагын дор явуулж халуун рашааны ордын нөөцийг хоногт 328.32 шоо метр хэмжээтэйгээр ашиглах боломжтой гэж үзсэн байдаг [8]. Монгол орны рашааны судалгаа 1990 оноос өнөөг хүртэл бараг хийгдсэнгүй. Харин рашаан сувилалд явж эмчлүүлэгчдийн тоо жилээс жилд өсөн нэмэгдэж байгаа нь манай орны өнөөгийн тулгамдсан асуудлуудын нэг боллоо. Хульжийн халуун рашааны нөөц, шаврын эмчилгээний чанар, нуурын усны балансыг зөв тогтоосноор цаашид рашаан сувиллын томоохон цогцолбор байгуулах суурь судалгаа болно гэж үзэж байна.

Судалгааны арга, аргачлал

Булган аймгийн Могод сумын төвөөс баруун урагш 2 км зайтай, далайн түвшнээс дээш 1450 м өргөгдсөн өндөр газарт Хульжийн халуун рашааны орд оршино. Могод сум нь аймгийнхаа Сайхан, Орхон, ишиг-Өндөр, Гурван булаг сумуудтай, Архангай



аймгийн Өлзийт сумтай тус тус хил залгах ба Улаанбаатар хотоос баруун зүгт 350 км, Булган аймгийн төв Булган хотоос баруун урагш 158 км, Дашинчилэн сумаас баруун хойш 130 км-ийн зайтай оршдог (Зураг 1).

Хульжийн халуун рашааны ордын нөөцийг өмнө хийсэн судалгааны мэдээллүүдийг ашиглан нэгтгэн дүгнэж, тайлан, материалуудыг цуглуулан суурь мэдээлэл болгон ашигласан бөгөөд халуун рашааны ордод өрөмдсөн гидрогеологийн цооногуудад туршилтын шавхалтыг түвшний хоёр бууралттай хийж нөөцийг гидравликийн аргаар, олборлолтын үйл ажиллагааны ачаалал даах боломжит чадварын дээд хязгаар буюу халуун рашааны байгалийн баялаг [1, 2, 9–11], нөхөн сэлбэгдэх нөөцийг балансын аргаар тооцсон.

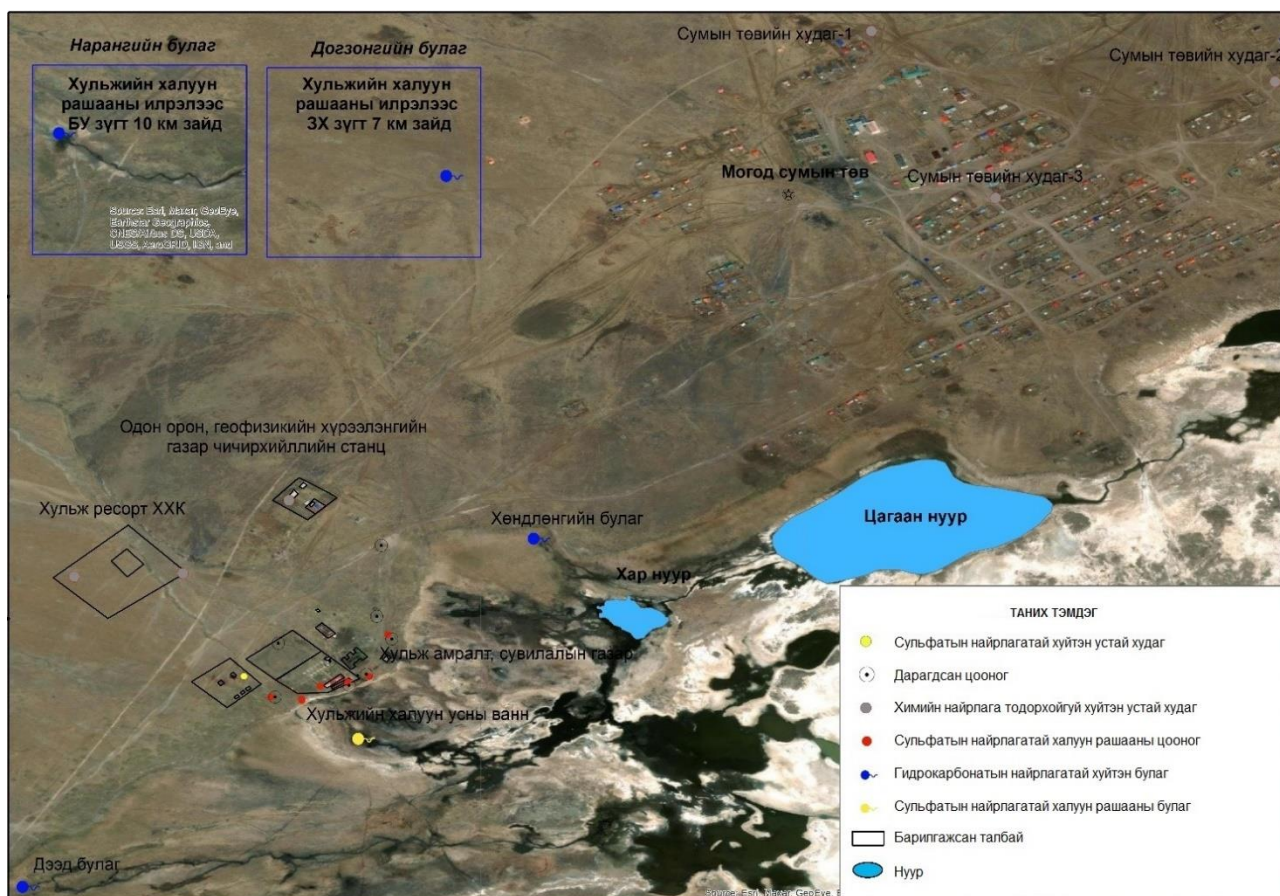
Геологийн 1:50000 хураангуйлалтай зургийг судалгаанд суурь болгон ашигласан ба судалгааны явцад Хульжийн халуун рашааны ордын бүсэд орших халуун, хүйтэн булаг, халуун рашааны илрэл, цооногуудад температур болон ундрагын горимын ажиглалтуудыг хийсэн. Судалгааны талбайд буй уст цэгүүдийн байрлалыг үзүүлэв (Зураг 2). Халуун рашааны тархалтын талбайн хэмжээнд халуун рашаан илэрсэн 6 цооног байгаа ба үүнээс нэг цооногийг мониторингийн болгож тоноглон усны температур болон түвшний өөрчлөлтийн мэдээллүүдийг авч байгаа ба энэхүү судалгааны хүрээнд хяналт шинжилгээний зориулалтаар дахин нэг цооногийг өрөмдөж бэлтгэсэн.



Зураг 1. Судалгааны талбайн байршил

Fig. 1. Location map of the area under investigation (a layout plan)

Рис. 1. Расположение исследуемой территории (ситуационный план)



Зураг 2. Уст цэгүүдийн байрлалын зураг

Fig. 2. Location of water supply facilities

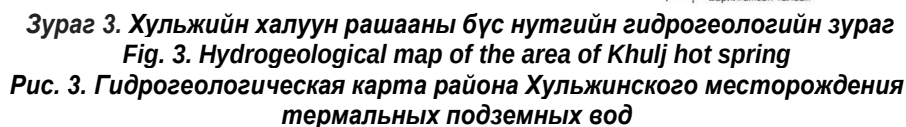
Рис. 2. Расположение объектов водоснабжения

Судалгааны үр дүн ба хэлэлцүүлэг

Халуун рашааны ордын гидрогеологийн нөхцөл. Халуун рашаан илэрч байгаа бүс нутгийн геоморфологийн онцлогийг авч үзэхэд 1967 оны 1 сард Түлээ уулын газар хөдлөлтөөр газрын гадаргууд хойноосоо урагшаа чиглэлтэй 45 км-ийн урт хагарал үүссэнийг Могодын хагарал гэнэ [9, 10, 12]. Могодын хагарал нь Могод сумын зүүн талд өргөн хөндийг үүсгэсэн байх ба Хульжийн халуун рашааны булгаас эх авсан Хульжийн гол урсан Орхон голд цутгадаг. Газар хөдлөлийн идэвхтэй бүс нутаг учраас Хульжийн рашааны үндсэн хагарлыг хөндлөн огтолсон туслах хагарлын огтлолцлолоор халуун ус зөөгдөн гарч ирэх боломжийг үүсгэсэн.

Гидрогеологийн 1:50000 хураангуйлалтай зургийг зохиож дараах уст давхрагуудыг ялган үзүүлэв (Зураг 3). Тухайн талбайд тархсан чулуулгийн ус агуулагч коллектор шинж чанараар нь нүх сүвийн усажсан давхарга, ан цавын усажсан бүс, ан цав-судлын

усажсан хагарал гэж ангилав. Хульжийн халуун рашааны бүс нутгийн хэмжээнд юра-триасын настай дундлаг ба суурилаг найрлагатай бүдэг ягаан, саарал өнгийн андезит, андезит-порфирит тэдний туф, туфбрекч тархсан. Юра-триасын настай бялхмал чулуулаг нь Хульжийн халуун рашааны орчимд дөрөвдөгчийн настай аллюви, аллюви-пролювийн гаралтай сэвсгэр хурдсаар хучигдсан. Аллювийн гаралтай хурдас нь ихэвчлэн Хульжийн голын дагуу хөндийд тархсан бөгөөд элс, хайрга, элсэнцэр, шавранцраас бүрдэх ба хурдасны нийт зузаан 40–60 м. Аллюви-пролювийн гаралтай хурдас нь уулын хормой гуу жалгын хажуу бэлээр жижиг гол горхины гулдрил орчмоор тархах ба элсэнцэр, шавранцар, хайрга болон бул чулуунуудаас тогтоно. Хурдсын нийт зузаан 20-30 м [9, 10]. Аллювийн гаралтай хурдсанд агуулагдах уст давхаргын зузаан дундажаар Хульжийн халуун рашааны орчим 25 м.



Хульжийн халуун рашааны орд нь уулс хоорондын тэгш ёроолтой Хульжийн хотгорын хойт мөргөцөг, дэнж дээр баруун урдаас зүүн хойш чиглэсэн хагарлыг дагаж байрлана [13]. Халуун рашааны илрэл болох булаг нь уг дэнжээс 130 гаруй метрийн зайтай довсондуул дотор байрладаг (Зураг 4).

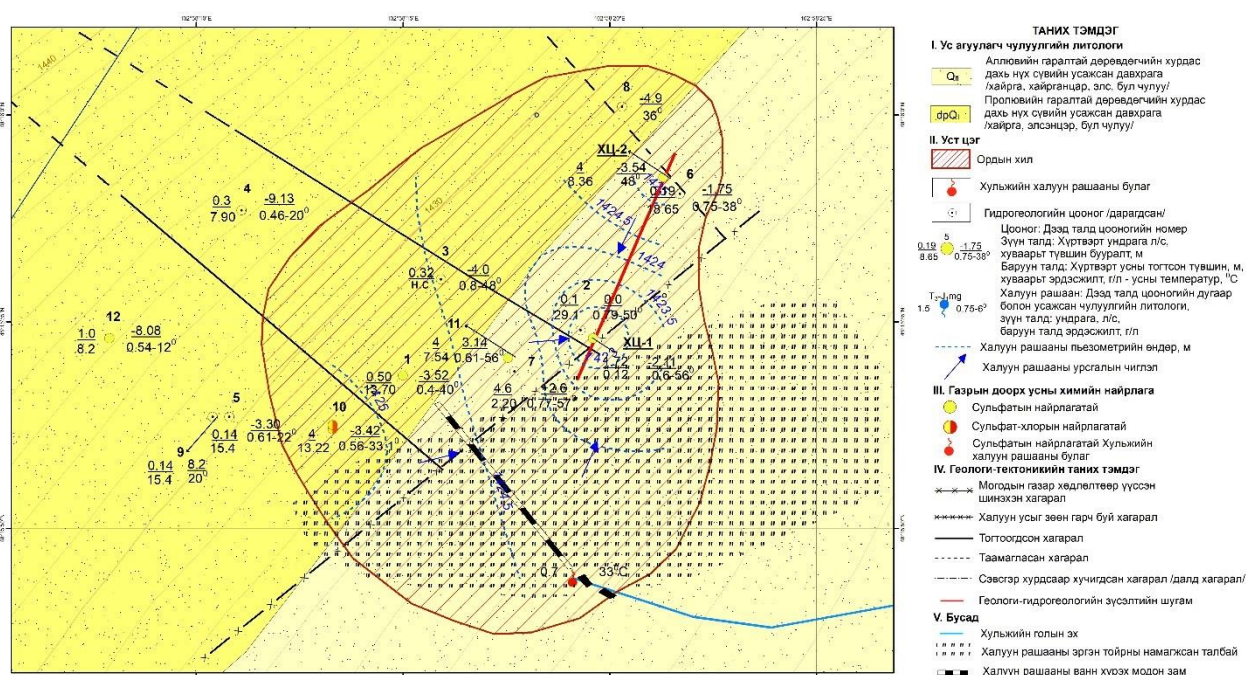
Халуун рашаан нь 6.0–30.0 м-ийн гүнээс дөрөвдөгчийн сэвсгэр хурдсанд илрэх бөгөөд температур нь гүн рүүгээ нэмэгддэг [14, 15]. 2020 онд гаргасан мониторингийн цооногт ус нь 10.0 м-ийн гүнд 43.2 °C, 20.0 м-ийн гүнд 55.6 °C, 30 м-ийн гүнд 55.9 °C, 40 м-ийн гүнд 55.9 °C, 50 м-ийн гүнд 55.8 °C, 60 м-ийн гүнд 55.8 °C температуртай байв.



Зураг 4. Хульжийн халуун рашааны булаг

Fig. 4. Khulj hot spring – the source of underground thermal waters

Рис. 4. Источник термальных подземных вод Хульж



Зураг 5. Хульжийн халуун рашааны ордын гидрогеологийн зураг (масштаб 1:2000)

Fig. 5. Hydrogeological map of Khulj mineral thermal water deposit (scale 1:2000)

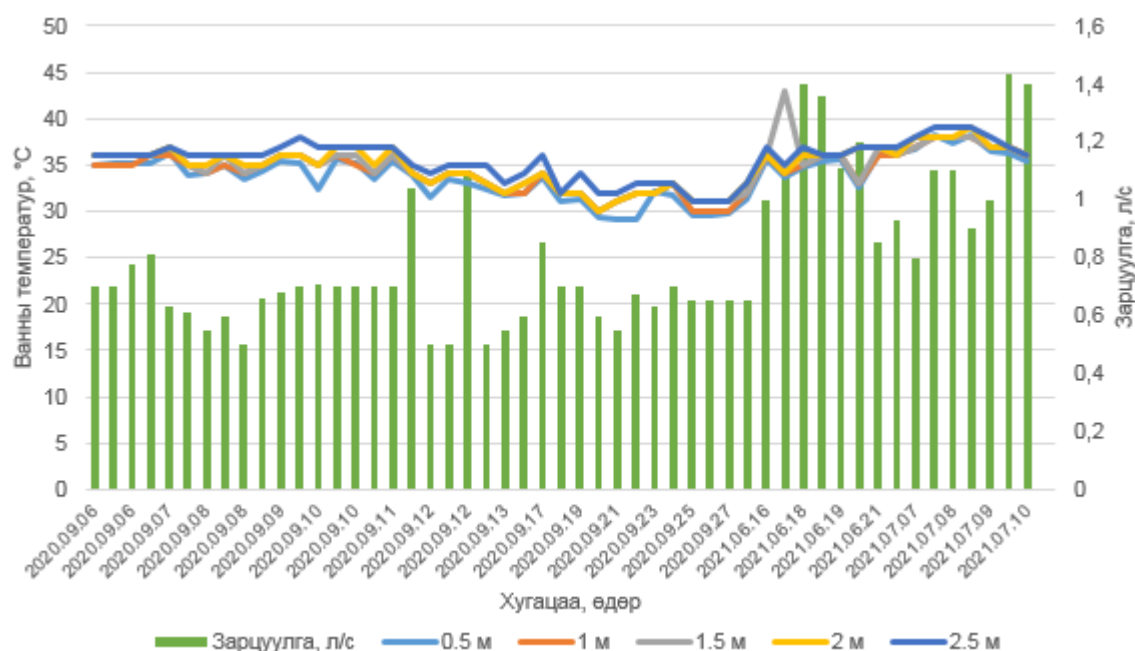
Рис. 5. Гидрогеологическая карта Хульжинского месторождения термальных подземных вод (масштаб: 1:2000)

Халуун рашааны химийн найрлага дараах томъёогоор илэрхийлэгдэнэ.

$$M_{0.6} \frac{SO_4 73 Cl 19}{(Na+K) 77 Ca 24} pH 8.12 T^{\circ} 57^{\circ} C.$$

Булгийн эхэнд усны температур 8, 9 дүгээр сард 16.4–26 °C, булгийн урсац нь байгалийн ваннанд ордог. Ваннын гүн нь 2.90 м, өргөн нь 2.50 м, урт нь 2.60 м. Худаг болгон ухаж модоор доторлон хашлага хийсэн.

5 дугаар сард худгийг лайдаж цэвэрлэж ашиглалтад бэлтгэдэг ба худагт халуун рашааны усны температурыг 8, 9 дүгээр сард хэмжиж үзэхэд 0.5 м-ийн гүнд 31–34 °C, 1.0 м-ийн гүнд 32–34 °C, 1.5 м-ийн гүнд 35–36 °C, 2.0 м-ийн гүнд 36–39 °C, 2.9 м-ийн гүнд 36.8–37.5 °C байлаа (Зураг 6). Худгаас гарах урсацын хэмжээ 0.7 л/с.



Зураг 6. Хульжийн халуун рашааны усанд ордог ванны доторх усны температурын горимын үзүүлэлт
Ажиглалт хийсэн хугацаа: 2020.06.09 – 2021.07.10

Fig. 6. Diagram of the temperature regime of water in the bath of Khulj hot spring

Observation period: from June 9, 2020 to July 10, 2021

Рис. 6. Диаграмма температурного режима воды в ванне Хульжинского горячего источника

Период наблюдения: 9 июня 2020 г. – 10 июля 2021 г.

Өгөршлийн бүс дэх ан цавын (гүн бүс) хайрлуудтай холбоотойгоор халуун рашааны ордоос 1-9 км-ийн зайтай хүйтэн устай булгууд илэрдэг. Халуун рашааны ордоос 300.0 м-ийн зайд байрлах Хөндлөнгийн булагт усны температур 4.7 °C, ундарга нь 0.7 л/с, эрдэсжилт багатай цэнгэг устай. Судалгааны талбайд байрлах хүйтэн устай уст цэгүүд ихэнх нь үндсэн чулуулагт байрлах ба усн температур 4–7 °C. Халуун рашааны булгаас ойролцоогоор 200 м зайд байрлах иргэн Ариунаагийн хашаанд өрөмдсөн худгийн гүн 18 м, худгийн усны температур 15 м-ийн гүнд 11.5 °C бөгөөд бид тус цооногт сорилын шавхалт хийхэд температур нэмэгдэн 11.8–12 °C хүртэл нэмэгдэж байсан [16].

Хульжийн халуун рашааны орд нь химийн найрлагын хувьд онцгой нэг төрөлд хамрагдаж Монгол улсын халуун рашааны ангиллын нэг төлөөлөл болдог [17, 18]. Сульфат-натрийн агуулгатай, бага эрдэсжилттэй, өндөр температуртай, шүлтлэг чанартай, цахиурлаг устай халуун рашааныг Хульжийн бие даасан төрөл үүсгэдэг [14, 19]. Хульжийн халуун рашааны найрлага 90-ээд жилийн хугацаанд гол анион, катионы агуулга өөрчлөгдөөгүй байна. Гэхдээ цахиурын

хүчлийн агуулга H_2SiO_3 1974 онд өмнөх онуудынхаас 2 дахин бага байсан. Бидний судалгааны хүрээнд хийгдсэн шинжилгээнд 1974 оноос өмнөх онуудын хийгдсэн шинжилгээний дүнтэй ижил агуулгатай байна.

Халуун рашааны нөөц тооцсон байдал. Хульжийн халуун рашааны ордын талбай 400 × 150 м. Тус талбайн хэмжээнд 1974, 2016, 2019, 2020 онуудад 15–202.6 м-ийн гүнтэй гидрогеологийн эрэл-хайгуулын 14 цооног, мониторингийн 2 цооног өрөмдөж тоноглогсон [20]. Ашиглалтын 4 цооногт 24-72-120 цагийн түвшний хоёр бууралттай туршилтын шавхалт хийж, ерөнхий хими, бактериологи, цацраг идэвхит бодис, хүнд металлын агуулгыг мэргэжлийн лабораториудад тодорхойлж дүгнэлт гаргасан. Хульжийн рашаан сувиллын худгийг 3 л/с-ийн ундаргатайгаар (1974 он), Хульж ресортын худгийг 1.0 л/с-ийн ундаргатайгаар (2016 он), хайгуулашиглалтын худгийг 1.8 л/с-ийн ундаргатайгаар (2020 он)-ийн ундаргатайгаар ашиглах бөгөөд тус ордын хэмжээнд гидравликийн аргаар рашааны ашиглалтын нөөцийг тооцож үйлдвэрлэлийн В зэрэглэлээр хоногт 501.12 шоо метр хэмжээгээр авч ашиглах боломжтой.



Дүгнэлт

Хульжийн халуун рашаан нь Хангайн шинэхэн өргөгдлийн хэсэгт газар хөдлөлийн идэвхитэй бүсэд байдаг азотат, сул эрдэсжсэн, цахиурлаг халуун рашаан бөгөөд химийн найрлагаараа сульфат-натрийн бүлэгт багтдаг учир түүнийг Хульжийн төрөл гэж онцгойлон ангилдаг. Структур гидрогеологийн судалгааны үүднээс авч үзвэл халуун рашааны орд нь триас-юрин настай андезит порфир, андезит базальт болох үндсэн чулуулгийн дээд хэсэгт сэвсгэр хурдсаар хучигдсан хоёр дахь орчинд бөмбөгөр гадаргуу үүсгэж тогтсон далд ан цав-судлын халуун рашааны орд болно.

1974–1975 онд гидрогеологийн судалгааны ажлыг хийж, тус халуун рашааны ордыг олж илрүүлээд тухайн халуун рашааны

нөөцийг 202.6 м-ийн гүнээс оргилон гарах даралттай усны undаргаар ашиглаж болох таамаг нөөцийг хоногт 397.4 шоо метр гэж тооцсон.

2020–2021 онд хийсэн судалгаагаар халуун рашааны ашиглалтын нөөцийг үйлдвэрлэлийн В зэрэглэлээр хоногт 501.12 шоо метр ашиглаж болохыг бид тооцоолов.

Дээр дурдсан судалгааны үр дүнг үндэслэн дараахь дүгнэлтийг хийж болно:

1. Хульжийн халуун рашааны ордын хэлбэр, хэмжээг нарийвчлан тодорхойлж зураглаж өглөө.

2. Хульжийн халуун рашааны ордын ашиглалтын нөөцийг анх удаа үйлдвэрлэлийн В зэрэглэлээр хоногт 501.12 шоо метр ашиглах боломжтой гэж тооцоолов.

References

1. Lkhagvademberel Enkh-Amgalan Sankhuuch, Golovina E. I. Features and problems of groundwater production in Mongolia. Aktual'nye voprosy sovremennoi nauki. 2018;1:69-74. (In Russ.).
2. Namnandorj O., Tseren Sh., Nyamdorj O. *The mineral water of the Mongolian People's Republic*. Ulaanbaatar: State Press Service Committee; 1966. 467 p. (In Mongolian).
3. Nambar B., Tuya G., Onon G. Current status and prospects of spa-resort business in Mongolia. *Kurortnaya baza i prirodnye lechebno-ozdorovitel'nye mestnosti Tuvy i sopredel'nykh regionov*. 2015;2:11-13. (In Russ.).
4. Bolormaa Ch., Bolormaa O., Buyannemekh Z. Physical and chemical properties of hot springs in western regions of Mongolia. *Kurortnaya baza i prirodnye lechebno-ozdorovitel'nye mestnosti Tuvy i sopredel'nykh regionov*. 2015;2:128-130. (In Russ.).
5. Pinneker E. V., Pisarskii B. I., Pavlova S. E., Lepin V. S. Isotopic studies of mineral waters in Mongolia. *Geologiya i geofizika*. 1995;36(1):94-102. (In Russ.).
6. Posokhov E. V., Tolstikhin N. I. *Mineral waters (medicinal, industrial, energetic)*. Leningrad: Nedra; 1977. 240 p. (In Russ.).
7. Romanov V. V., Efimova D. V., Vlasova L. S., Tserendorzh Z. Tritium-based study of groundwater in Central and Eastern Mongolia. *Vodnye resursy*. 1989;6:17–26. (In Russ.).
8. Pisarskii B. I., Ganchimeg D. *Gas composition of underground mineral water in Mongolia*. Irkutsk: Institute of the Earth's Crust, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; 2007. 106 p. (In Russ.).
9. Batsukh H. *Hydrogeology*. Ulaanbaatar: Mongolian University of Science and Technology; 2012. 275 p. (In Mongolian).
10. Batsukh H. *Applied hydrogeology*. Ulaanbaatar: Mongolian University of Science and Technology; 2011. 220 p. (In Mongolian).
11. Marinov N. A., Popov V. A. *Hydrogeology of the Mongolian People's Republic*. Moscow: Gostekhizdat; 1963. 451 p. (In Russ.).
12. Molnar P., Tapponier P. Cenozoic tectonics of Asia: effects of Continental Collision: features of recent continental tectonics in Asia can be interpreted as results of the India-Eurasia collision. *Sciences*. 1975;189(4201):419-426. <https://doi.org/10.1126/science.189.4201.419>.
13. Windley B. F., Allen M. B. Mongolian plateau: evidence for a late Cenozoic mantle plume under central Asia. *Geology*. 1993;21(4):295-298. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1993\)021<0295:MPEFAL>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1993)021<0295:MPEFAL>2.3.CO;2).
14. Khutorskoi M. D., Golubev V. A., Kozlovtsava S. V., et al. *Thermal regime of the Mongolian People's Republic subsoil*. Moscow: Nauka; 1991. 126 p. (In Russ.).
15. Fournier R. O., Rowe J. J. Estimation of underground temperatures from the silica content of water from hot springs and wet-steam wells. *American Journal of Science*. 1966;264(9):685-697. <https://doi.org/10.2475/ajs.264.9.685>.
16. Surmaazhav D. Thermal energy resources of thermal waters of Central Mongolia. *Uspekhi sovremen-nogo estestvoznaniya = Advances in current natural sciences*. 2020;9:106-112. (In Russ.). <https://doi.org/10.17513/use.37479>.
17. Surmaazhav D. Distribution features of thermal water in the faults of Mongolia. In: *Materialy nauchnoi konferentsii mezhvuzovskoi Kerulenskoi geologicheskoi ekspeditsii = Materials of the scientific conference of the interuniversity Kerulen geological expedition*. Ulaanbaatar; 2017. p.198–200. (In Russ.).



18. Surmaazhav D. Formation conditions of thermal waters in Mongolia. In: *Podzemnye vody Vostoka Rossii: Materialy XXII Vserossiiskogo soveshchaniya po podzemnym vodam Sibiri i Dal'nego Vostoka s mezhdunarodnym uchastiem = Underground waters of Eastern Russia: materials of the 22nd All-Russian meeting on the underground waters of Siberia and the Far East with international participation*. Novosibirsk; 2018. p.464–468. (In Russ.).

19. Truesdell A. H. Geochemical techniques in exploration. *Proceedings of the 2nd United Nations Symposium*

on the Development and Use of Geothermal Resources. 1976;1:53-79.

20. Surmaajav D., Vakhromeev A. G., Tolkachev G. M., Sverkunov S. A., Martynov N. N., Zhalivin V. G. Construction and technology of drilling wells in difficult mining and geological conditions for the purpose of thermal waters producing. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo poli-tekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*. 2019;19 (4):335-343. <https://doi.org/10.15593/2224-9923/2019.4.3>. (In Russ.).

Список источников

1. Лхагвадэмбэрэл Энх-Амгалан Санхууч, Головина Е. И. Особенности и проблемы добычи подземных вод на территории Монголии // *Актуальные вопросы современной науки*. 2018. № 1. С. 69–74.

2. Намнандорж О., Цэрэн Ш., Нямдорж О. Бугд Найрамдах Монгол Ард Улсын рашаан. Улаанбаатар: Улсын хэвлэлийн албаны хороо, 1966. 467 х.

3. Намбар Б., Туяа Г., Онон Г. Современное состояние и перспективы санаторно-курортного дела в Монголии // *Курортная база и природные лечебно-оздоровительные местности Тувы и сопредельных регионов*. 2015. № 2. С. 11–13.

4. Bolormaa Ch., Bolormaa O., Buyannemekh Z. Physical and chemical properties of hot springs in western regions of Mongolia // *Курортная база и природные лечебно-оздоровительные местности Тувы и сопредельных регионов*. 2015. № 2. С. 128–130.

5. Пиннекер Е. В., Писарский Б. И., Павлова С. Е., Лепин В. С. Изотопные исследования минеральных вод Монголии // *Геология и геофизика*. 1995. Т. 36. № 1. С. 94–102.

6. Посохов Е. В., Толстихин Н. И. Минеральные воды (лечебные, промышленные, энергетические). Л.: Недра, 1977. 240 с.

7. Романов В. В., Ефимова Д. В., Власова Л. С., Цэрэндорж З. Исследование подземных вод Центральной и Восточной Монголии с помощью трития // *Водные ресурсы*. 1989. № 6. С. 17–26.

8. Писарский Б. И., Ганчимэг Д. Газовый состав подземных минеральных вод Монголии. Иркутск: Изд-во ИЗК СО РАН, 2007. 106 с.

9. Батсух Н. Гидрогеологи. Улаанбаатар: ШУТИС, 2012. 275 х.

10. Батсух Н. Хавсарга гидрогеологи. Улаанбаатар: ШУТИС, 2011. 220 х.

11. Маринов Н. А., Попов В. А. Гидрогеология Монгольской Народной Республики. М.: Гостехиздат, 1963. 451 с.

12. Molnar P., Tapponier P. Cenozoic tectonics of Asia: effects of Continental Collision: features of recent continental tectonics in Asia can be interpreted as results of the India-Eurasia collision // *Sciences*. 1975.

Vol. 189. Iss. 4201. P. 419–426. <https://doi.org/10.1126/science.189.4201.419>.

13. Windley B. F., Allen M. B. Mongolian plateau: evidence for a late Cenozoic mantle plume under central Asia // *Geology*. 1993. Vol. 21. Iss. 4. P. 295–298. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1993\)021<0295:MPEFAL>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1993)021<0295:MPEFAL>2.3.CO;2)

14. Хуторской М. Д., Голубев В. А., Козловцева С. В. [и др.]. Тепловой режим недр МНР. М.: Наука, 1991. 126 с.

15. Fournier R. O., Rowe J. J. Estimation of underground temperatures from the silica content of water from hot springs and wet-steam wells // *American Journal of Science*. 1966. Vol. 264. Iss. 9. P. 685–697. <https://doi.org/10.2475/ajs.264.9.685>.

16. Сурмаажав Д. Теплоэнергетические ресурсы термальных вод Центральной Монголии // *Успехи современного естествознания*. 2020. № 9. С. 106–112. <https://doi.org/10.17513/use.37479>.

17. Сурмаажав Д. Особенности распределения термальных вод в разломах Монголии // *Материалы науч. конф. межвузовской Керуленской геологической экспедиции*. Улаанбаатар, 2017. С. 198–200.

18. Сурмаажав Д. Условия формирования термальных вод Монголии // *Подземные воды Востока России: материалы XXII Всерос. совещ. по подземным водам Сибири и Дальнего Востока с междунар. уч.* Новосибирск, 2018. С. 464–468.

19. Truesdell A. H. Geochemical techniques in exploration // *Proceedings of the 2nd United Nations Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources*. 1976. Vol. 1. P. 53–79.

20. Сурмаажав Д., Вахромеев А. Г., Толкачев Г. М., Сверкунов С. А., Мартынов Н. Н., Заливин В. Г. Конструкция и технология бурения скважин в сложных горно-геологических условиях с целью добычи термальных вод // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело*. 2019. Т. 19. № 4. С. 335–343. <https://doi.org/10.15593/2224-9923/2019.4.3>.

**Зохиогчдын талаархи мэдээлэл / Information about the authors / Информация об авторах**

Сурмаажав Дамдин,
гүйцэтгэх захирал,
Монголын гидрогеологичдын холбоо НҮТББ,
Улаанбаатар хот, Монгол улс,
surmaajavdamdin@yahoo.com.

Damdin Surmaajav,
Executive Director,
Mongolian Association of Hydrogeologists,
Ulaanbaatar, Mongolia,
surmaajavdamdin@yahoo.com.

Сурмаажав Дамдин,
исполнительный директор,
Монгольская ассоциация гидрогеологов,
г. Улан-Батор, Монголия,
surmaajavdamdin@yahoo.com.



Ариунаа Чинбат,
гидрогеологич инженер,
Монголын гидрогеологичдын холбоо НҮТББ,
Улаанбаатар хот, Монгол улс,
ariunaa444.chinbat@gmail.com.

Chinbat Ariunaa,
Hydrogeologist Engineer,
Mongolian Association of Hydrogeologists,
Ulaanbaatar, Mongolia,
ariunaa444.chinbat@gmail.com.

Ариунаа Чинбат,
инженер-гидрогеолог,
Монгольская ассоциация гидрогеологов,
г. Улан-Батор, Монголия,
ariunaa444.chinbat@gmail.com.

Зохиогчдын оруулсан хувь нэмэр / Contribution of the authors / Вклад авторов

Нийтлэлийг бэлтгэхэд бүх зохиолчид ижил хувь нэмэр оруулсан.

The authors contributed equally to this article.

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Ашиг сонирхлын зөрчил / Conflict of interests / Конфликт интересов

Зохиогчид ашиг сонирхлын зөрчилгүй гэж мэдэгджээ.

The authors declare no conflicts of interests.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Бүх зохиогчид эцсийн гар бичмэлийг уншиж, батлав.

The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Нийтлэлийн тухай мэдээлэл / Information about the article / Информация о статье

Нийтлэлийг редакторууд хүлээж авсан 10.06.2021; хянасны дараа зөвшөөрсөн 15.07.2021; хэвлэлд хүлээн зөвшөөрсөн 19.08.2021.

The article was submitted 10.06.2021; approved after reviewing 15.07.2021; accepted for publication 19.08.2021.

Статья поступила в редакцию 10.06.2021; одобрена после рецензирования 15.07.2021; принята к публикации 19.08.2021.