

ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА ТВЁРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, МИНЕРАГЕНИЯ

УДК 551

Карст района Гарлыкского месторождения калийных солей (Туркменистан)

Н.Г. Максимович, О.Ю. Мещерякова

Естественнаучный институт Пермского государственного национального исследовательского университета, 614990, Пермь, ул. Генкеля, 4

E-mail: nmax54@gmail.com

E-mail: olgam.psu@gmail.com

(Статья поступила в редакцию 2 марта 2016 г.)

Мировой опыт разработки калийных рудников показывает, что аварии на них часто связаны с карстовыми процессами. В Туркменистане в скором времени планируется разработка Гарлыкского (Карлюкского) месторождения калийных солей. В связи с этим в статье дается характеристика карста района месторождения. Приводятся его районирование, литологическая характеристика, описаны поверхностные и подземные формы карста, среди которых наибольшее внимание уделено карстовым провалам, находящимся в непосредственной близости от разрабатываемой залежи. Даны рекомендации по карстомониторингу территории.

Ключевые слова: *Гарлыкское месторождение калийных солей, карст, Туркменистан.*

DOI: 10.17072/psu.geol.31.64

Разработка месторождений калийных солей сопровождается риском их затопления, что ведет к безвозвратной потере запасов [12, 13].

Мировая практика показывает, что аварии и даже полное затопление калийных рудников часто связаны с карстовыми процессами [9]. При эксплуатации рудников происходит нарушение напряженного состояния массива, режима и химического состава подземных и поверхностных вод, что в совокупности может привести к активизации карста.

В ближайшее время в Туркменистане начнется эксплуатация Гарлыкского (Карлюкского) месторождения калийных солей, в открытии которого принимал участие сотрудник геологического факультета Пермского университета

К. В. Тиунов [1]. Он обратил внимание на достаточно интенсивное развитие карста в этом районе [19], изучение которого систематически не проводилось. Для предварительной оценки карстоопасности нами были изучены различные фондовые и опубликованные материалы по этой территории.

При поисково-разведочных работах в так называемых «закрытых» платформенных районах Туркменистана было установлено широкое развитие верхнеюрской соленосной формации. Изучение ее разрезов позволило предположить широкое развитие карста, особенно в краевой северной ее части. Наиболее интенсивно карстовый процесс развивался в подошвенной и кровельной частях формации. Доказательством развития карста, в част-

ности, являются наличие брекчиевидной толщи известняков в основании формации и выпадение верхней части разреза келловей-оксфорда. Сокращение мощности, а иногда и полное исчезновение соляной толщи связано с внутриформационными перерывами в осадконакоплении. Подобный разрез четко прослеживается на Гарлыкском калийном месторождении [16, 18].

Месторождение расположено в Лебапском велаяте Туркменистана. В тектоническом плане территория относится к эпиплатформенной орогенической области [17] и, согласно выделенным мегатипам обстановок карстообразования, принадлежит к орогенам с быстрыми неоген-четвертичными поднятиями субтропического климатического пояса [10]. Согласно районированию [15], месторождение расположено в Гаурдак-Кугитангском карстовом районе (рис. 1), где растворимыми породами являются верхнеюрские известняки, гипсоангидриты, каменные и калийные соли. Здесь развиты поверхностный, подземный и глубинный виды карста, которые в некоторых районах достигают высокой интенсивности [3, 23]. Характерным примером являются останцы у села Ходжаифил. Девять останцов, сложенные гипсами гаурдакской свиты, тянутся на 4 км. На останцах встречаются провальные воронки, овраги, рвы, трещины, колодцы, шахты, пещеры, карстовые источники, плотность и густота которых различна. Наибольшая закарстованность наблюдается в останцах с высокими относительными отметками [3].

Геологический разрез территории представлен верхнеюрскими водовмещающими известняками, перекрытыми практически водонепроницаемой толщей ангидритов, каменной и калийной солей и глин, комплексом нижнемеловых отложений, представленных чередованием песчаников, реже известняков и доломитов с глинами, аргиллитами, алевролитами и прослоями гипсов, и четвертичными аллювиально-пролювиальными отложениями [7].

Месторождение приурочено к Карлюкской предгорной равнине, которая примыкает к юго-западному склону хребта Кугитангтау. Здесь мощность трещиноватых горизонтов достигает 400 м. С трещиноватостью генетически связаны процессы карстообразования, которые наблюдаются в карбонатной части верхней юры: в сероносных известняках, для которых типична почти повсеместная закарстованность, и в известняках келловей-оксфорда, характеризующихся заметным количеством проявлений лишь в областях выхода на поверхность. В результате интенсивной трещиноватости известняков и закарстованности район представляет собой весьма благоприятную поверхность для инфильтрации и инфлюации атмосферных осадков [2, 7].

Расположенное неподалеку в Гаурдакском районе месторождение серы, по мнению некоторых исследователей, образовалось в результате проявления карстовых процессов. Карстующимися отложениями являются верхнеюрские и нижнемеловые галогенно-карбонатные породы [20]. Однако процессы карстообразования как в рудных горизонтах, так и во вмещающих их отложениях проявляются здесь и впоследствии. Формированию карста способствуют хорошая инфильтрационная и инфлюационная способности известняков гиссарской свиты верхней юры. Главным фактором, определившим высокую скважинность и водопроницаемость пород, является разрывная тектоника. Карстовые формы в основном приурочены к рудоконтролирующим тектоническим нарушениям. По данным картирования подземных выработок, коэффициент закарстованности серных руд достигает 10% [15].

У подножия хребта Кугитангтау обнажаются карстующиеся сульфатные породы. Гипсовый карст этого района связан с выщелачиванием гипсов и ангидритов гаурдакской свиты верхней юры [4, 7, 25].

Время образования карста, по некоторым данным, оценивается начиная с позднего плейстоцена по современное [19].

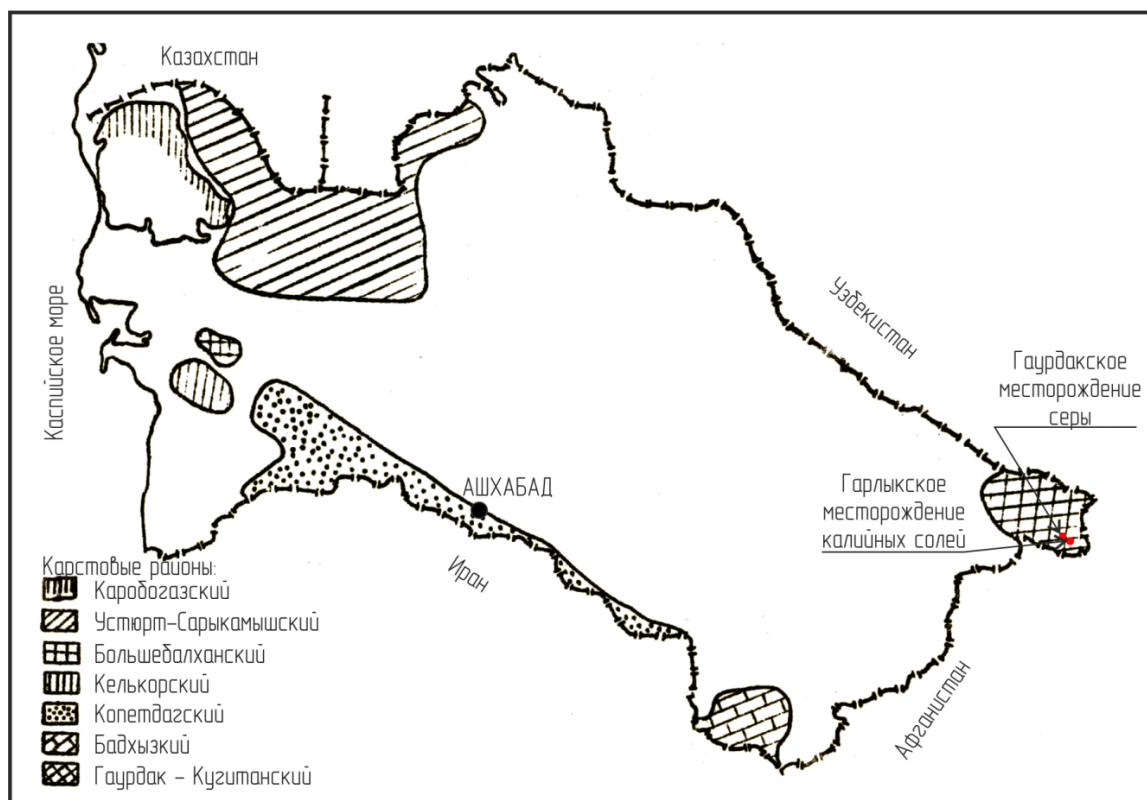


Рис. 1. Обзорная схема карстовых районов Туркменистана (по [15] с дополнениями авторов)

Подземные воды на площади месторождения отличаются минерализацией 2-10 г/л и, как правило, хлоридно-сульфатным, хлоридно-натриевым и кальциево-натриевым составом. В районе Гарлыкского участка воды имеют также сульфатный натриевый, хлоридно-сульфатный натриево-кальциевый состав с содержанием сероводорода от 458 до 656 мг/л и метана в газовом составе в количестве, превышающем 80% [7, 26].

С северо-востока и юго-востока Гарлыкское месторождение калийных солей ограничено зоной глубокого размыва соленосных отложений и частично ангидритов гаурдакской свиты. Изучение механизма образования зоны размыва, проведенное Кугитангской ГРЭ ПО «Туркменгеология» (1990), позволило назвать эту структуру карстово-эрозионной долиной. Долина представляет собой желобообразную асимметричную впадину, крутой борт которой является северо-восточной и юго-восточной границей месторождения. Карстово-эрозионная долина заполнена неогеновыми и четвертичными отложе-

ниями. По мнению исследователей, причинами возникновения долины явились следующие факторы: глубинная эрозия речной долины; боковая эрозия со стороны Кугитангтау; развитие зоны трещиноватости и дробления вдоль границ месторождения в результате активных правосторонних подвижек вдоль предполагаемого Узун-Кудукского разлома.

Особенностью карстовых процессов региона является не только их влияние на формирование залежей серной руды и каменной и калийной солей, но и последующее воздействие [22].

Поверхностные формы карста района месторождения представлены каррами, понорами, воронками, провалами, колодцами, площадями оседания, провальными озерами, карстовыми реками и источниками и связаны с породами разного литологического состава. Поноры, воронки и провалы, галереи шахты широко развиты в гипсах и ангидритах гаурдакской свиты [4-7, 14, 15, 23]. Одна шахта открывается в борту большого провала и уходит на глубину более 60 м [5, 8]. По степени выпол-

нения карстовых полостей глинистым и обломочным материалом (кольматация) и степени их обводненности выделяются два типа карста: активный (современный) и пассивный (преимущественно древний) [15].

Карстовые формы наблюдаются и в перекрывающих четвертичных отложениях, залегающих непосредственно на юрских или меловых хемогенных породах [22]. Своеобразны погребенные древние долины, образовавшиеся в местах растворения галогенных пород гаурдакской свиты.

Подземные карстовые формы широко представлены пещерами, среди которых наиболее крупными являются пещеры Карлюкской группы в гипсах (рис. 2) [6]. Здесь в некоторых крупных залах встречаются редкие по сравнению с кальцитовыми гипсовые образования. Это сотни больших сталагмитов, обросших блестящими кристаллами гипса, некоторые из них достигают 6 м в высоту. На многие километры своды и стены лабиринтов открыты корой гипсовых кристаллов [11].

Район характеризуется активной деятельностью подземных вод, наличием подземных рек, обилием карстовых источников с высоким дебетом [4].

Таким образом, в районе развиты преимущественно гипсовый и соляной виды карста, являющиеся наиболее опасными из-за высокой растворимости этих пород, а также глубинный карбонатный. Карст оказывает комплексное влияние на все компоненты природного ландшафта и хозяйственную деятельность человека.

Судя по имеющимся материалам, наибольшее опасение вызывают провалы, сформировавшиеся в 2,5 км к северо-востоку от месторождения (рис. 3). Форма провалов почти круглая, стены отвесные. Они образовались в толще речных отложений и пластах гипса. По данным исследований 1986 г., диаметр отверстия первого провала около 20 м, глубина 40 м. Вторая провальная шахта представляет собой карстовое озеро, имеет диаметр отверстия более 20 м, исследованная глуби-

на составляет 62 м. На дне озера была обнаружена воронка, уходящая еще глубже (рис. 4, 5, 6). Вода в озере минерализованная (около 3 г/л), что также косвенно подтверждает высокую интенсивность карстовых процессов [21, 24]. Данный водоем является единственным пока установленным местообитанием койтендагского слепого гольца, узкоареального эндемика, относящегося к очень редким видам. В настоящее время отмечается тенденция сокращения численности его особей. В связи с этим, Н. И. Шилиным и М. В. Переладовым был предложен комплекс мер по сохранению данного вида [24].

В 5 км к востоку от поселка Гарлык (Карлюк), на склонах Кугитангского хребта, по некоторым данным есть еще одна провальная шахта с подземным озером на дне. Вокруг него радиальные трещины, целые блоки раздробленных горных пород. Стены отвесные, неровные, на дне – глыбы обрушившихся скал. Карстовая полость образовалась в толще крутопадающих ангидритов [21]. На космических снимках видно множество других отрицательных форм рельефа, незаполненных водой, скорее всего, связанных с карстовыми процессами.

Таким образом, карстовые процессы в известняках, гипсах, солях широко развиты в районе Гарлыкского месторождения. Отметим также, что при разработке расположенного неподалеку Гаурдакского серного месторождения отмечалась техногенная активизация карста [20].

Выполненный анализ опубликованных и фондовых материалов, а также космических снимков показывает, что из отрывочных данных не ясен масштаб карстовых явлений и, что немаловажно, не понятна глубина проявления карста по отношению к разрабатываемым калийным пластам. Для обеспечения безопасности рудника необходимы детальное изучение карстовых процессов и оценка возможности их активизации при разработке месторождения, а также проведение карстового мониторинга.



Рис. 2. Расположение Карлюкских пещер



Рис. 3. Провалы в районе Гарлыкского месторождения



Рис. 4. Карстовое озеро на дне провала

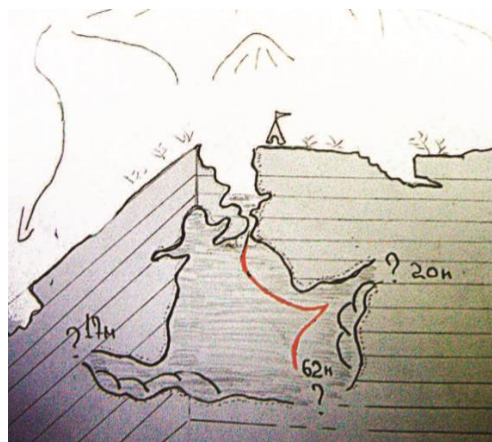


Рис. 5. Схема озера на дне провала и большой подземной полости [23]



Рис. 6. Карстовый провал, заполненный водой (<http://tomkad.livejournal.com/181943.html>)

Подготовлена при поддержке гранта РФФИ 16-35-00104 мол_а «Миграция углеводородов при фильтрационно-диффузионном переносе в карстовых районах».

Библиографический список

1. 70 лет геологическому факультету Пермского университета: юбилейный сборник статей / Перм. гос. ун-т. Пермь, 2001. 313 с.
2. Абдужабаров М. А., Кучерявых В. И. Использование подземных карстовых вод Кугитангтау в хозяйственных целях // Карст Средней Азии и горных стран: тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. совещ. Ташкент, 1979. С. 85-86.
3. Абдужабаров М. А., Султанов З. С. Останцы Ходжайфила – участки интенсивного развития современного карста в гипсах низкогорий Кугитангтау // Карст мраморов, доломитов, рифов, известковых туфов и галогенных отложений: тезисы докл. науч.-практ. конф. Пермь, 1978. С. 41-42.
4. Гвоздецкий Н. А. Гипсовый карст и пещеры в горах Юго-востока Средней Азии // Пещеры. Пермь, 1978. Вып. 17. С. 18-24.
5. Гвоздецкий Н. А., Абдужабаров М. А. «Мингчукур» как особый тип карстового ландшафта и другие типы карста в горах Средней Азии // Вопросы общего и регионального карстования. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1977. С. 86-92.
6. Геология СССР. Туркменская ССР. Т. XXII. Ч. I. Гл. 7. Геоморфология. Гаурдак-Кугитангский район. М.: Госгеолтехздат. 1957. С. 565-568.
7. Гидрогеология СССР. Туркменская ССР. Т. XXXXVIII. М.: Недра, 1972. 565 с.
8. Горбунова К. А. Морфология и гидрогеология гипсового карста: учеб. пособие по спецкурсу / Перм. гос. ун-т, 1979. 95 с.
9. Горбунова К. А., Андрейчук В. Н., Костарев В. П., Максимович Н. Г. Карст и пещеры Пермской области. Пермь, 1992. 200 с.
10. Горбунова К. А., Максимович Н. Г. Типы обстановок карстообразования на территории СССР // Инженерная геология. 1988. № 4. С. 93-97.
11. Горбунова К. А., Максимович Н. Г. В мире карста и пещер. Пермь: Изд-во ТГУ, 1991. 120 с.
12. Горбунова К. А., Максимович Н. Г. Техногенное воздействие назакарстованные территории Пермской области // География и природные ресурсы. 1991. № 3. С. 42-46.
13. Лаптев Б. В. Историография аварий при разработке соляных месторождений // Безопасность труда в промышленности. 2011. Т. 12. С. 41-46.
14. Рахманов Ж. В. Анализ современных экзодинамических процессов Говурдак-Койтенского региона: автореф. дис... канд. географ. наук. Ашхабад, 1994.
15. Ротко М. А., Тиунов К. В., Федин В. П. Карст Туркмении / Туркмен. политехн. ин-т. Ашхабад, 1980. 49 с.
16. Ротко М. А., Федин В. П., Тиунов К. В. Минеральные соли Туркменской ССР / Туркмен. политехн. ин-т. Ашхабад, 1983. 67 с.
17. Седлецкий В. И. Новые данные по тектонике Гаурдак-Кугитангского района // Тр. Гос. производ. геол. ком. ТССР. Вып. 2. Ашхабад: Изд-во «Илым», 1964.
18. Тиунов К. В., Минькевич И. И. Развитие представлений Г. А. Максимовича о районировании карста Туркменистана // Гидрогеология и карстование: межвуз. сб. науч. тр. / Перм. гос. ун-т. Пермь, 2000. Вып. 13. С. 255-258.
19. Тиунов К. В., Федин В. П., Филенко Г. Д., Худайкулиев Х. Х. Карст в Туркменской ССР // Карст Средней Азии и горных стран: тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. совещ. Ташкент, 1979. С. 20-22.
20. Тиунов К. В., Филенко Г. Д. Формирование искусственного гидротермокарста при обработке серных месторождений методом подземного выплавления серы (ПВС) на примере Гаурдакского серного месторождения // Тез. докл. науч.-техн. семина. Пермь, 1979. С. 40-42.
21. Федин В. П., Бушмакин А. Г. Естественный и техногенный карст Туркменистана // Проблемы освоения пустынь. 1990. № 4. С. 11-19.
22. Федин В. П., Красильников Б. А., Тиунов К. В. Карстовые образования в Туркменистане // Проблемы освоения пустынь. 1986. № 6. С. 49-53.
23. Ходжакулиев А. Р. Карст Гаурдак-Кугитангского района // Карст Средней Азии и горных стран: тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. совещ. Ташкент, 1979. С. 18-20.
24. Шилин Н. И., Переладов М. В. Койтендагский (Кугитангский) слепой голец – ред-

- кий и уязвимый представитель пещерной ихтиофауны // Пещеры. Пермь, 2014. Вып. 37. С. 150-157.
25. Gunn J. (ed.). Encyclopedia of caves and karst science. New York – London: Fitzroy Dearborn, 2004. 902 p.
26. Jumamuradov B., Khasibulin S., Iskanderov T. Karst systems of Turkmenistan and karst hydrochemistry // Karst Waters and Environmental Impacts: abstracts of International symposium, September 10-20, Beldibi-Antalya-Turkey, 1995. P. 77-78.

Karst Features of the Garlyk Potash Deposit Area, Turkmenistan

N.G. Maksimovich, O.Yu. Meshcheryakova

Institute of Natural Sciences of the Perm State University, 4 Genkelya Str., Perm 614990, Russia

E-mail: nmax54@gmail.com

E-mail: olgam.psu@gmail.com

World experience of exploitation of potash mines shows that the karst processes are often the reason of accidents. The Turkmenistan authorities are planning to start developing of the Garlyk (Karlyuk) potash deposit in the near future. This article presents the characteristics of the karst features of the deposit area. Authors give the information about karst zoning, lithological characteristic, surface and underground karst forms occurred at the area and surroundings. The most attention is paid to karst features located in the immediate vicinity of supposed mine field. The recommendations of karst monitoring on this territory are given.

Key words: Garlyk Deposit Area, karst, Turkmenistan.

References

1. 70 let geologicheskomu fakultetu Permskogo universiteta [70th anniversary of the Geological Faculty of the Perm State University]. In Yubileynyy sbornik statey. Perm. St. Univ., Perm, 2001. p. 313. (in Russian)
2. Abduzhabarov M.A., Kucheryavykh V.I. 1979. Ispolzovanie podzemnykh karstovykh vod Kugitangtau v hozyaystvennykh tselyakh [The use of underground karst Kugitangtau water for economic purposes]. Karst Sredney Azii i gornyykh stran. Tezisy dokladov Vsesoyuznogo nauchno-tekhnicheskogo soveshchaniya. Tashkent. pp. 85-86. (in Russian)
3. Abduzhabarov M.A., Sultanov Z.S. 1978. Ostantsy Hodzhaifila – uchastki intensivnogo razvitiya sovremennogo karsta v gipsakh nizkogoriy Kugitangtau [Hodzhaifil outliers – the areas of intensive development of modern gypsum karst of Kugitangtau]. Karst mramorov, dolomitov, rifov, izvestkovykh tufov i galogennykh otlozheniy. Tezisy dokladov nauch.-prakt. konf. Perm. pp. 41-42. (in Russian)
4. Gvozdeckiy N.A. 1978. Gipsovyy karst i peshchery v gorakh yugo-vostoka Sredney Azii [Gypsum Karst and caves in the mountains of southeastern Central Asia]. In Peshchery. Perm. 17: 18-24. (in Russian)
5. Gvozdeckiy N.A., Abduzhabarov M.A. 1977. «Mingchukur» kak osobyy tip karstovogo landshafta i drugie tipy karsta v gorakh Sredney Azii ["Mingchukur" as a specific type of karst landscape and other types of karst in the mountains of Central Asia]. In Voprosy obshchego i regionalnogo karstovedeniya. Izd-vo Mosk. Univ. Moskva, pp. 86-92. (in Russian)
6. Geologiya SSSR. Turkmenskaya SSR [Geology of the USSR. Turkmen SSR]. Tom XXII. Chast I. Gl. 7. Geomorfologiya. Gaurdak-Kugitangskiy rayon. Gosgeoltekhzdat, Moskva, 1957, pp. 565-568. (in Russian)
7. Hidrogeologiya SSSR. Turkmenskaya SSR [Hydrogeology of the USSR. Turkmen SSR]. Tom XXXXVIII. Nedra, Moskva, 1972, p.

565. (in Russian)
8. *Gorbunova K.A.* 1979. Morfologiya i gidrogeologiya gipsovogo karsta [The morphology and hydrogeology of gypsum karst]. Uchebnoe posobie po spetskursu. Permskiy Univ., p. 95. (in Russian)
 9. *Gorbunova K.A., Andrejchuk V.N., Kostarev V.P., Maksimovich N.G.* 1992. Karst i peshchery Permskoy oblasti [Karst and Caves of Perm Region]. Perm, p. 200. (in Russian)
 10. *Gorbunova K.A., Maksimovich N.G.* 1988. Tipy obstanovok karstoobrazovaniya na territorii SSSR [Types of karst environments in the USSR territory]. Inzhenernaya geologiya. 4: 93-97. (in Russian)
 11. *Gorbunova K.A., Maksimovich N.G.* 1991. V mire karsta i peshcher [In the world of karst and caves]. Izd. TGU, Perm, p. 120. (in Russian)
 12. *Gorbunova K.A., Maksimovich N.G.* 1991. Tekhnogennoe vozdeystvie na zakarstovannyye territorii Permskoy oblasti [Technogenic impact on the karstified territories of Perm region]. Geografiya i prirodnye resursy. 3: 42-46. (in Russian)
 13. *Laptev B.V.* 2011. Istoriografiya avariyy pri razrabotke solyanykh mestorozhdeniy [Historiography of accidents during exploitation of salt deposits]. Bezopasnost truda v promyshlennosti. 12: 41-46. (in Russian)
 14. *Rakhmanov Zh.V.* 1994. Analiz sovremennykh ekzodinamicheskikh protsessov Govurdak-Koytenskogo regiona [Analysis of the modern exodynamic processes of Govurdak-Koytensk region]. Avtoreferat Dis. kand. geograf. nauk. Ashgabat. (in Russian)
 15. *Rotko M.A., Tiunov K.V., Fedin V.P.* 1980. Karst Turkmenii [Karst of Turkmenistan]. Turkmen. Politekh. Inst., Ashkhabad, p. 49. (in Russian)
 16. *Rotko M.A., Fedin V.P., Tiunov K.V.* 1983. Mineralnye soli Turkmenskoy SSR [Mineral salts of Turkmen SSR]. Turkmen. Politekh. Inst., Ashgabat, p. 67. (in Russian)
 17. *Sedletskiy V.I.* 1964. Novye dannye po tektonike Gaurdak-Kugitangskogo rayona [New data on the tectonics of Gaurdak-Kugitang area]. Tr. Gos. proizvod. geol. kom. TSSR. Vyp. 2. Izd. Ilym, Ashkhabad. (in Russian)
 18. *Tiunov K.V., Minkevich I.I.* 2000. Razvitie predstavleniy G.A. Maksimovicha o rayonirovaniy karsta Turkmenistana [Development of G. A. Maksimovich's representations about karst zonation of Turkmenistan]. *Gidrogeologiya i karstovedenie. Mezhevuz. sb. nauch. tr. Perm. Univ., Perm, 13: 255-258. (in Russian)*
 19. *Tiunov K.V., Fedin V.P., Filenko G.D., Hudaikuliev H.H.* 1979. Karst v Turkmeniskoy SSR [Karst in the Turkmen SSR]. In Karst Sredney Azii i gornyykh stran. Tezisy dokladov Vsesoyuznogo nauchno-tekhnicheskogo soveshchaniya. Tashkent, pp. S. 20-22. (in Russian)
 20. *Tiunov K.V., Filenko G.D.* 1979. Formirovaniye iskusstvennogo gidrotermokarsta pri obrabotke sernyykh mestorozhdeniy metodom podzemnogo vyplavleniya sery (PVS) na primere Gaurdakskogo sernogo mestorozhdeniya [Formation of artificial hydro thermo karst in the development of sulfur deposits by underground sulfur melting (PVA), an example of Gaurdak sulfur deposit]. Tez. dokl. nauch.-tekhn. semin., Perm, pp. 40-42. (in Russian)
 21. *Fedin V.P., Bushmakina A.G.* 1990. Estestvennyy i tekhnogenyy karst Turkmenistana [Natural and technogenic karst of Turkmenistan]. Problemy osvoeniya pustyn. 4: 11-19. (in Russian)
 22. *Fedin V.P., Krasilnikov B.A., Tiunov K.V.* 1986. Karstovyye obrazovaniya v Turkmenistane [Karst formations in Turkmenistan]. Problemy osvoeniya pustyn. 6: 49-53. (in Russian)
 23. *Khodzhakuliev A.R.* 1979. Karst Gaurdak-Kugitangskogo rayona [Karst of Gaurdak-Kugitang area]. Karst Sredney Azii i gornyykh stran. Tezisy dokladov Vsesoyuznogo nauchno-tekhnicheskogo soveshchaniya. Tashkent. pp. 18-20. (in Russian)
 24. *Shilin N.I., Pereladov M.V.* 2014. Koytendagskiy (Kugitangskiy) slepoy golets – redkiy i uyazvimy predstavitel peshchernoy ikhtiofauny [Koytendag (Kugitang) blind loach: a rare and vulnerable representative of the cave ichthyofauna]. Peshchery. Perm. 37: 150-157. (in Russian)
 25. *Encyclopedia of caves and karst science.* Gunn J. (Ed.). New York – London: Fitzroy Dearborn, 2004, p. 902.
 26. *Jumamuradov B., Khasibulin S., Iskanderov T.* 1995. Karst systems of Turkmenistan and karst hydrochemistry. Karst Waters and Environmental Impacts. Abstr. of International Symposium, September 10-20, Beldibi-Antalya-Turkey. pp. 77-78.