

Особенности инженерно-геокриологических условий Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения

М.П. Камелин

заместитель начальника службы геотехнического мониторинга
m.p.kamelin@gd-urengoy.gazprom.ru

В.Ю. Жабин

инженер 1 категории службы геотехнического мониторинга
v.yu.zhabin@gd-urengoy.gazprom.ru

ООО «Газпром добыча Уренгой», Новый Уренгой, Россия

В статье рассматриваются особенности и влияние инженерно-геокриологических условий в процессе проведения геотехнического мониторинга на обеспечение безопасной эксплуатации промышленных объектов газового промысла Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения.

Материалы и методы

Инженерно-геокриологическое районирование.

Ключевые слова

Уренгойское нефтегазоконденсатное месторождение, газовый промысел, инженерно-геокриологические условия, многолетнемерзлые грунты, глубина сезонного промерзания-протаивания, талик

Уренгойское нефтегазоконденсатное месторождение (УНГКМ) является уникальным по запасам природных газообразных и жидких углеводородов и относится к числу гигантских месторождений мира. УНГКМ расположено на Пур-Надымском междуречье Западно-Сибирской низменности Ямало-Немецкого автономного округа Тюменской области (рис. 1) [1, 2].

Открытие УНГКМ датируется 1966 г., а ввод в эксплуатацию — 1978. Протяженность месторождения с севера на юг — 220 км, ширина — 60 км, площадь — более 6 тыс. км².

Территория УНГКМ характеризуется резко континентальным климатом. Зима

суровая, холодная, продолжительная. Лето короткое, теплое [3].

Так как месторождение имеет большую протяженность и расположено субмеридионально, растительный покров его изменяется в соответствии с климатическими условиями. Так, южнее реки Табь-Яха растительный покров представлен лесотундрой с лиственницей и березой в древесном ярусе, а севернее данного водотока начинается зона типичной тундры [3].

Смена геоботанических зон служит маркирующим признаком для прогноза типа многолетнемерзлых пород (ММП), являющихся материнскими для почв — субстратов

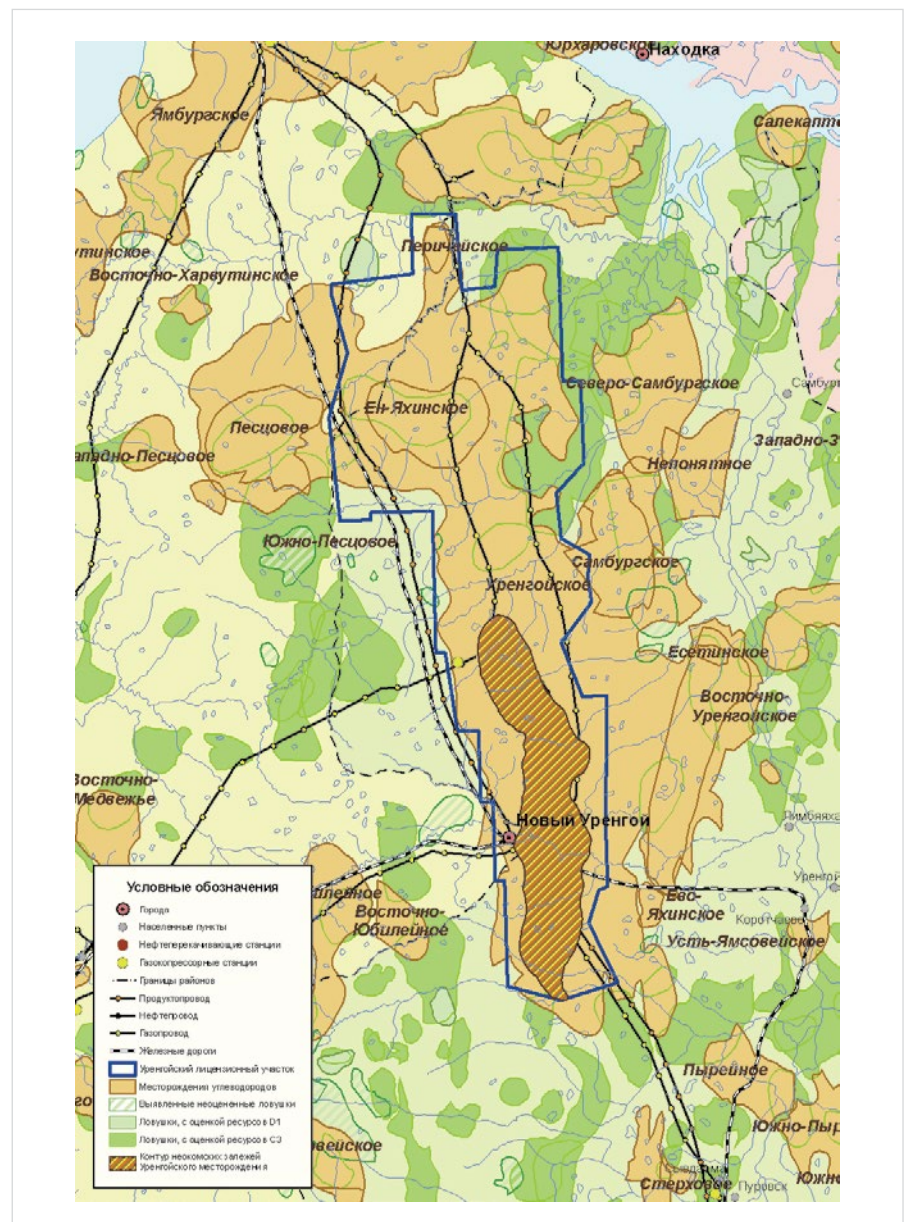


Рис. 1 — Обзорная карта Уренгойского НГКМ

растительности. Поэтому лесотундровая зона преимущественно расположена в островной и прерывистой подзонах распространения ММП, а тундровая – в сплошной подзоне этих мёрзлых пород.

Кроме того, от климатических условий зависит толщина снежного покрова, что непосредственно влияет на динамику оттаивания и промерзания деятельного слоя массива грунтов [4, 5].

Таким образом, территорию УНГКМ по инженерно-геокриологическим условиям можно разделить на три условные зоны:

- южную, где встречается островное распространение ММП;
- центральную, где распространены ММП прерывистого типа;
- северную, где сплошное распространение ММП.

В целом на территории УНГКМ толщина мерзлых пород с юга на север изменяется от нескольких десятков до нескольких сотен метров. Сквозные участки талых грунтов приурочены к руслам крупных рек и озер.

Характер распространения и условия залегания ММП зависят от литологии отложений, особенностей поверхностного теплообмена и приуроченности пород к геоморфологическому уровню.

Газопромысловые объекты УНГКМ расположены на обширных озерно-аллювиальных равнинах, надпойменных террасах, на морской террасе IV уровня [5].

Сводный геологический разрез месторождения до глубины 15 м характеризуется преобладанием песчаных грунтов с глинистыми прослоями.

По характеру залегания ММП выделяется два типа участков: центральные водораздельные поверхности и краевые участки водораздельных поверхностей, примыкающие к речным долинам.

Для центральных заболоченных тундровых участков террас свойственно развитие массивов мерзлых грунтов сливающегося типа. Талые зоны возможны под крупными озерами.

На краевых, более дренированных участках, покрытых лиственнично-березовым лесом и редколесьем, развиваются ММП несливающегося типа с понижением кровли мёрзлых грунтов на 4÷10 м и более.

Температурный режим многолетнемерзлых грунтов рассматриваемого района разнообразен и зависит от комплекса ландшафтно-геологических условий.

Среднегодовая температура грунтов на глубине нулевых годовых колебаний изменяется от +0,5 до -5,0 °С.

Наиболее высокая среднегодовая температура грунтов наблюдается на участках ММП несливающегося типа, сложенных преимущественно песками, и приуроченных к речным долинам и краевым водораздельным поверхностям морской террасы четвертого уровня.

На участках редколесья и неглубоких заболоченных понижений в зоне перехода от краевых к центральным поверхностям террас среднегодовая температура грунтов составляют от -0,3 до -1,0 °С.

В заболоченных термокарстовых понижениях, по плоским заболоченным берегам озер и хасыреев, на участках грядово-мочажинных болот среднегодовая температура грунтов понижается до -1,0 до -3,0 °С.

Наиболее низкая температура грунтов от -2,0 до -5,0 °С отмечается на участках развития плоскобугристых торфяников и крупнобугристых тундровых поверхностей, сложенных торфом и подстилаемых суглинистым отложением [6].

Юг Уренгойской площади УНГКМ (УКПГ-1) сложен верхнечетвертичными аллювиальными песками разной крупности, перекрытыми суглинками. Характерно преобладание высокотемпературных ММП с температурой от -0,1 до -2,0 °С. Распространение мёрзлых пород – островное, сливающегося типа [7].

В центральной части Уренгойской площади толщина грунта представлена верхнечетвертичными аллювиальными песками различной крупности с мощными прослойками суглинков (УКПГ-6). ММП массивно-островного, сливающегося типа со среднегодовой температурой от -1,0 до -2,0 °С.

Геокриологический разрез северной части Уренгойской площади (УКПГ-8, 9, 10), в долине рек Нгарка-Табь-Яха и Табь-Яха, сложен озерно-аллювиальными верхнечетвертичными-верхнеплейстоценовыми аллювиальными песками мелкой и средней крупности, слабодистыми, массивной криотекстуры с прослойками суглинков. Среднегодовая температура грунтов составляет -0,1 до -2,5 °С. ММП сливающегося типа с прерывистым распространением [2, 5, 6].

Глубина слоя сезонного оттаивания песчаных грунтов располагается в интервале 2,6–2,2 м, глинистых грунтов 1,8–1,4 м в южной и северной частях месторождения соответственно. Глубина слоя сезонного промерзания таликов определяется расчетом в каждом случае индивидуально.

Территория Ен-Яхинской площади УНГКМ (УКПГ-11, 12, 13) локально заболочена и сложена морскими и прибрежными отложениями казанцевской свиты, представленными сочетанием глинистых и песчаных грунтов с различным соотношением толщин. Преобладают пылеватые суглинки с прослоями супесей и песков пылеватых. Встречаются озерно-болотные образования оторфованного суглинка и торфа. Для данного участка характерно сплошное распространение ММП сливающегося типа со среднегодовой температурой от -3,5 до -5,0 °С. Мёрзлые глинистые грунты при протаивании переходят в текучее состояние.

Песцовая площадь УНГКМ расположена в 150 км севернее города Новый Уренгой, в междуречье рек Ен-Яха и Табь-Яха, на поверхности IV морской террасы казанцевского возраста.

Геологический разрез Песцовой площади состоит из верхнеплейстоценовых морских и прибрежно-морских отложений – в основном супеси, суглинки, пески мелкой и средней крупности, реже глины и пески пылеватые, на заболоченных участках встречается торф.

Геокриологические условия характеризуются сплошным распространением ММП по площади и разрезу, со среднегодовой температурой на глубине нулевых годовых колебаний от -1,7 до -4,2 °С.

Нормативная глубина сезонного оттаивания в данном районе составляет от 0,5 м в торфах до 2,5 м в супесях и песках.

На всей территории Песцовой площади развиты процессы сезонного промерзания и протаивания грунтов.

СЕМИНАР- КОНФЕРЕНЦИЯ

«Инновационные решения в области КРС, ПНП, ГНКТ, внутрискважинные работы и супервайзинг в горизонтальных и разветвленных скважинах»

05–09 июня 2017

г. Ялта, Республика Крым, РФ

«Эксплуатация-добыча нефти и газа, ремонт и бурение горизонтальных скважин»

11-15 сентября 2017

г. Севастополь, Республика Крым, РФ



Инновационные
Технологии

+7 (3452) 534 009

togc@bk.ru, in_tech@bk.ru

WWW.TOGC.INFO

В целом по площади УНГКМ минимальная глубина сезонного протаивания ММП характерная для торфа – 0,5 м, а максимальная – 3,5 м, что наблюдается в однородных песках на высоко дренированных участках юга месторождения.

Глубина сезонного промерзания песков достигает 2,5÷4,0 м, а глинистых грунтов – 1,0÷2,0 м.

Режим и распределение грунтовых вод четвертичных отложений зависит от гидрогеологических условий отдельных участков месторождения.

ММП являются водоупором, вследствие чего, особенно в северной части месторождения, широкое распространение получили процессы заболачивания. В пределах исследуемых глубин выделяются два типа вод: воды сезонноталого слоя (верховодка) и воды несквозных многолетних таликов.

Воды несквозных многолетних таликов встречаются на залесенных сухих участках и под руслами рек, где кровля ММП погружается до 5÷10 м и более.

Воды ультрапресные с общей минерализацией, не выше 0,1 г/дм³. По отношению к бетону данные воды обладают общекислотной агрессивностью [2, 5, 6].

Из-за особенностей ММП на УНГКМ широко развиты геокриологические явления — морозное пучение, растрескивание грунтов, термокарст.

Наиболее распространены термокарстовые образования, представленные обширными хасырями — озерами различных форм и размеров.

Особое значение имеют участки распространения мелкодисперсных грунтов с повышенной влажностью и относительно низкой температурой. Такие грунты наиболее

подвержены развитию процессов морозного пучения. Наиболее явно это выражено в северной части УНГКМ, где в большом количестве наблюдаются бугры морозного пучения.

С учётом приведённых выше геокриологических особенностей УНГКМ приоритетными являются мероприятия по обеспечению надёжности инженерных сооружений газовых промыслов, эксплуатирующихся уже не одно десятилетие.

Дальнейшее проектирование, строительство и эксплуатация сооружений газовых промыслов должно выполняться с обязательным учётом инженерно-геокриологических особенностей объектов. Промышленные здания, дороги и трубопроводы могут оказывать растепляющее воздействие на грунты основания сооружений, нарушая их тепловой баланс и вызывая активизацию негативных инженерно-геокриологических процессов.

Ввиду чрезвычайной сложности инженерно-геокриологических условий рассматриваемой территории, необходимо проведение на объектах УНГКМ системных наблюдений за температурным режимом грунтов оснований зданий, деформациями фундамента и состоянием производственных сооружений, что является предметом производственной деятельности службы геотехнического мониторинга ИТЦ ООО «Газпром добыча Уренгой».

Возникающие отклонения от проектов строительных норм и правил должны выявляться оперативно и своевременно, поскольку это может повлечь снижение эксплуатационной надёжности объектов, вызвать аварийные ситуации и нанести вред персоналу и окружающей среде. Помимо этого, необходимо разрабатывать методы инженерной защиты территорий и объектов от развития

опасных неконтролируемых геокриологических процессов и явлений.

Итоги

На основе проведенного анализа на территории Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения выделены зоны со сходными инженерно-геокриологическими условиями, учет особенностей которых повышает эффективность управленческих решений в обеспечении эксплуатационной надёжности инженерных сооружений.

Выводы

В результате анализа выявлены инженерно-геокриологические особенности территории Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения.

Список литературы

1. Геология СССР. Западно-Сибирская низменность. М.: Недра, 1964. Том XLIM. С. 87–146.
2. Инженерная геология СССР. Том второй. Западная Сибирь. М.: МГУ, 1976. 498 с.
3. Западная Сибирь. Природные условия и естественные ресурсы СССР. М.: Наука, 1963. 488 с.
4. Романовский Н.Н. Основы криолитогеолиза литосферы. М.: МГУ, 1993. 336 с.
5. Геокриологические условия Западно-Сибирской газоносной провинции. Новосибирск: Наука, 1983. 184 с.
6. Геокриология СССР. Западная Сибирь. М.: Недра, 1989. 516 с.
7. Никитин С.А. Васильев Ю.В., Юрьев М.Л., Мимеев М.С. Проведение геотехнического мониторинга на ДКС 1АВ Уренгойского НГКМ // Инженерные изыскания. 2015. № 5–6. С. 70–75.

Characteristics of engineering-geocryological conditions of the Urengoy oil-gas and condensate field

Authors:

Mikhail P. Kamelin — deputy head of geotechnical monitoring service; m.p.kamelin@gd-urengoy.gazprom.ru

Vladislav Yu. Zhabin — 1st category engineer of geotechnical monitoring service; v.yu.zhabin@gd-urengoy.gazprom.ru

Gazprom добыча Urengoy LLC, Novy Urengoy, Russian Federation

Abstract

The article addresses characteristics and influence of engineering and geocryological conditions in the process of geotechnical monitoring for the maintenance of safe operation of industrial gas field facilities of the Urengoy oil, gas and condensate field.

Materials and methods

Engineering and geocryological zoning.

Results

Based on the analysis conducted on the territory of the Urengoy oil gas and condensate field areas are allocated with similar engineering and geocryological conditions, covering features, which improve the efficiency of managerial decisions to ensure the operational reliability of engineering structures.

Conclusions

The analysis revealed engineering and geocryological peculiarities of the territory of the Urengoy oil gas and condensate field.

Keywords

Urengoy oil-gas and condensate field, gas field facilities, engineering and geocryological conditions, permafrost soil, depth of seasonal frost penetration and thawing, subgelisol

References

1. Геология СССР. *Западно-Сибирская низменность* [USSR geology. Western Siberian Lowland]. Moscow: *Nedra*, 1964, Vol. XLIM, pp. 87–146.
2. *Inzhenernaya geologiya SSSR. Tom vtoroy. Zapadnaya Sibir'* [USSR Engineering geology. Second volume. Western Siberia]. Moscow: *MGU*, 1976, 498 p.
3. *Zapadnaya Sibir'. Prirodnye usloviya i estestvennye resursy SSSR* [Western Siberia. Natural conditions and natural resources of the USSR]. Moscow: *Nauka*, 1963, 488 p.
4. Romanovskiy N.N. *Osnovy kriolitogeneza litosfery* [Basics of lithospheric cryolithogenesis]. Moscow: *MGU*, 1993, 336 p.
5. *Geokriologicheskie usloviya Zapadno-Sibirskoy gazonosnoy provintsii* [Geocryological peculiarities of the West Siberian gas-bearing province]. Novosibirsk: *Nauka*, 1983, 184 p.
6. *Geokriologiya SSSR. Zapadnaya Sibir'* [Geocryology of the USSR. Western Siberia]. Moscow: *Nedra*, 1989, 516 p.
7. Nikitin S.A. Vasil'ev Yu.V., Yur'ev M.L., Mimeev M.S. *Provedenie geotekhnicheskogo monitoringa na DKS 1AV Urengoyanskogo NGKM* [Geotechnical monitoring at the construction site of a boosting compressor station workshop in the Urengoy oil and gas condensate field]. *Engineering surveys*, 2015, issue 5–6, pp. 70–75.