DOI: 10.18454/PMI.2017.3.360

622.418:622.276.55 (470.18)

ИСТОЧНИКИ НАГРЕВАЮЩЕГО МИКРОКЛИМАТА ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕЙ ТЕРМОШАХТНЫМ СПОСОБОМ

М.А.НОР[1], Е.В.НОР[2], Н.Д.ЦХАДАЯ[2]
[1] *Центр нефтетитанового производства, ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг», Ухта, Россия*
[2] *Ухтинский государственный технический университет, Ухта, Россия*

Рассматривается вклад основных источников нагревающего микроклимата с целью разработки технологии нормализации параметров микроклимата в горных выработках при термошахтной технологии добычи высоковязких нефтей.

Работа в условиях нагревающего микроклимата, параметры которого превышают предельно-допустимые значения, может привести к обезвоживанию, обмороку, тепловому удару у горнорабочих. В целях обеспечения безопасных условий труда предусмотрено нормирование пороговых значений температурно-влажностных параметров, превышение которых вероятно при существующих технологиях добычи высоковязкой нефти термошахтным способом.

На основе температурно-влажностной съемки проведен сравнительный анализ зависимости температуры атмосферы добывающих галерей от их конфигурации.

Выдвинута гипотеза о сокращении срока эффективной эксплуатации кольцевой добывающей галереи в сравнении с протяженно панельной по температурным ограничениям.

***Ключевые слова*:** термошахтная разработка, нагревающий микроклимат, температурно-влажностная съемка, тепловыделение, подземные горные работы

Как цитировать эту статью: Нор М.А. Источники нагревающего микроклимата при разработке месторождений высоковязких нефтей термошахтным способом / М.А.Нор, Е.В.Нор, Н.Д.Цхадая // Записки Горного института. 2017. Т. 225. С. 360-363. DOI: 10.18454/PMI.2017.3.360

Введение. При наличии в современных системах охраны труда значительного массива систем и методов улучшения условий труда по широкому спектру профессий в самых разнообразных видах деятельности подчас возникает необходимость применения этих методов на узконаправленных или опытно-промышленных предприятиях, на которых нормализация условий труда осложнена спецификой технологий. Одной из таких технологий является способ термошахтной разработки Ярегской площади Ярегского нефтетитанового месторождения высоковязкой нефти (ЯНТМ).

При ведении добычи нефти методом термошахтной разработки на Ярегской площади, реализуемой на сегодняшний день методами одногоризонтной и подземно-поверхностной разработки, одним из факторов производственной среды является микроклимат горных выработок, который характеризуется повышенными значениями температуры и влажности исходящих вентиляционных струй добывающих галерей выработок эксплуатационных блоков. Согласно данным исследований параметров микроклиматических параметров температурные показатели в горных выработках, посещаемых работниками нефтешахт, могут достигать 45 °С при относительной влажности 80 %.

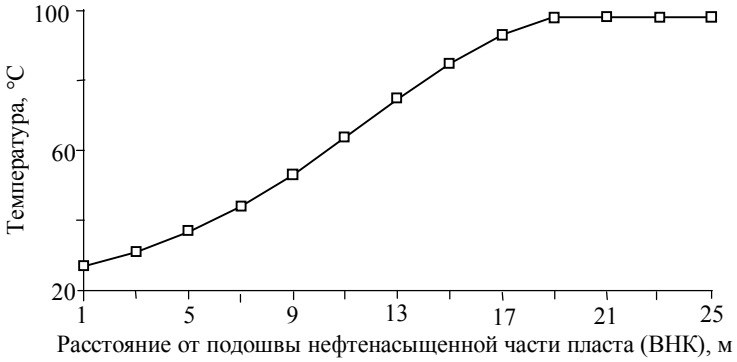
Последствиями работы в условиях нагревающего микроклимата являются ухудшение самочувствия, снижение работоспособности и производительности труда, а также риск теплового удара, в ряде случаев приводящего к летальному исходу [12, 13, 15]. Кроме того, стоит отметить, что состояние здоровья работников, подверженных подобным вредным и опасным воздействиям, ухудшается за счет возникновения дисфункций сердечно-сосудистой и центральной нервной систем [7, 9, 14]. В связи с этим установлены температурные ограничения для микроклиматических параметров рабочих зон [2, 4, 6].

Цель исследования – сравнительный анализ методов отработки эксплуатационных блоков применением протяженно панельных и кольцевых добывающих галерей по температурно-влажностной характеристике микроклимата.

Методология исследования. Анализ термодинамических процессов, происходящий в насыщенных породах пластов, на сегодняшний день носит сугубо обобщенный характер – в рамках специальных научных дисциплин. Применительно к условиям уникальных месторождений можно выделить только результаты узконаправленных работ, что проводятся только в рамках проектов разработки конкретных объектов и поэтому зачастую носят коммерческий (закрытый) характер.

DOI: 10.18454/PMI.2017.3.360

Моделирование теплофизических процессов происходит в условиях шахтных разработок, основано на результатах исследований микроклиматических параметров шахтной атмосферы, способно помочь в создании лишь весьма условной тепловой модели процессов, основанной на статистике, но никак не на понимании термодинамических процессов.



Изменение температуры по толщине пласта эксплуатационного блока Юг-2

На сегодняшний день не существует комплексной тепловой модели термошахтной разработки Ярегского месторождения, а прогнозы строятся только на результатах статистической обработки данных исследований микроклиматических параметров (воздушно-депрессионных и температурно-влажностных съемок), соотнесенных с данными моделирования тепловых процессов в пласте (например, программный модуль CMG) и технологических процессов разработки.

Результаты исследований и их обсуждение. В настоящий момент отработка площадей эксплуатационных блоков Ярегской площади ЯНТМ производится при помощи технологии паротеплового воздействия на пласт. При реализации данного метода нефтяной пласт прогревается по всей его мощности, что приводит, в частности, к тепловыделениям в рудничную атмосферу горных выработок, расположенных непосредственно в продуктивном пласте [1, 8, 10, 11].

В ходе работ по созданию математической модели теплофизических процессов данной технологии было установлено три источника тепловыделений:

1) породный массив;
2) устьевая арматура;
3) истекающая жидкость.

Температура добываемой жидкости может сильно разниться в начальный период разработки (от 35 до 80 °С в первые 2-3 года эксплуатации блока), а нагрев воздушной струи зависит от темпов отбора добываемой жидкости из скважин.

Температура устьевой арматуры варьируется от наименьшей температуры добываемой жидкости до температуры закачиваемого в пласт пара. Воздействие устьевой арматуры на температуру воздуха находится в прямой зависимости от количества прогретых скважин.

Степень нагрева массива (согласно опытным и модельным данным) в силу специфики процесса разработки имеет неравномерно распределенную температуру по мощности пласта (см. рисунок) и по сути зависит от коэффициента извлечения нефти (КИН) [5].

Согласно приведенному графику (КИН = 0,244) при КИН = 0,8 температура пласта по уровню добывающей галереи 3-6 м будет в пределах установившейся по этому уровню температуры теплоносителя, варьирующейся при диффузном перемешивании от 50 до 65 °С при неизменных объемах закачки теплоносителя.

Результаты проведенной температурно-влажностной съемки горных выработок эксплуатационных блоков «Панель №1 блока 345-Север» и «1-Т9» показали, что при 5-кратной разнице в протяженности добывающих галерей (500 и 110 м соответственно) и при равных температурно-влажностных параметрах входящей струи температура и относительная влажность исходящих струй воздуха приблизительно равны (отклонение – 5 %):

	Панель №1 блока 345-Север	Блок 1-Т9
Температура на входе, °С	21	20
Влажность на входе, %	14	15
Температура на выходе, °С	38	39
Влажность на выходе, %	33	40
Теплопоступления от массива, кВт/ %	154/64	100/58
Теплопоступления от добываемой жидкости, кВт/ %	82/34	69/39,3
Теплопоступления от устьевого оборудования, кВт/ %	5,1/2	4,7/2,7

DOI: 10.18454/PMI.2017.3.360

При этом средняя температура стенок выработки по блоку составляет приблизительно 40 °С (38-43 °С).

Таким образом, полученные данные позволяют предположить, что прогрев породного массива кольцевой галереи в бóльшей степени будет обусловлен высокой плотностью добывающих и пароraспределительных скважин, что приводит к бóльшему проценту площади прогретого околоустьевого массива в отношении всего породного массива, а протяженно панельной галереи – лишь прогревом массива по всему пласту. Однако средние значения температур стенок выработок равны, что вызывает логическое противоречие при равенстве времени разработки. Сравниваемые же блоки имеют по продолжительности разработки разные величины: 345-Север – 10 лет (КИН = 0,5), а 1-Т9 – 4 года (КИН = 0,24).

Приведенный анализ позволяет предположить, что система подземно-поверхностной разработки с применением кольцевых добывающих галерей имеет более ранний «температурный предел» по участию работников непосредственно в процессах дренирования добывающих скважин.

Данный предел устанавливается в 36 °С для кратковременного нахождения работников в рабочей зоне, причем не более 1-2 раз за рабочую смену [3].

Снижение температуры вентиляционной струи посредством повышения расхода воздуха имеет свой предел – максимально допустимую скорость воздуха (6 м/с).

Процентный вклад источников тепловыделений в атмосферу добывающих галерей позволит рассчитать граничный по допустимой температуре период эксплуатации кольцевой галереи при постоянных темпах отбора нефти, которые обуславливают необходимость применения специфических технологий снижения температуры в горных выработках шахт, реализующих технологию термошахтной разработки.

Выводы

1. Метод термошахтной разработки имеет существенный недостаток – высокую температуру атмосферы добывающих выработок, что может ограничить область применения этого эффективного способа добычи сложноизвлекаемых высоковязких нефтей.

2. Проведенный анализ показал преимущества использования выработок с меньшей концентрацией добывающих и пароraспределительных скважин в отношении к протяженности добывающей галереи.

3. Целесообразно создание прогнозирующей модели теплофизических процессов в горных выработках при термошахтной технологии добычи высоковязких нефтей, учитывающей повышенную сложность моделирования данных процессов в условиях Ярегского месторождения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аренс В.Ж.* Теплофизические аспекты освоения ресурсов недр / В.Ж.Аренс, А.П.Дмитриев, Ю.Д.Дядькин. Л.: Недра, 1988. 336 с.

2. *Дядькин Ю.Д.* Тепловые процессы в горных выработках / Ю.Д.Дядькин, Ю.В.Шувалов, С.Г.Гендлер. Л.: ЛГИ, 1978. 104 с.

3. Правила безопасности при разработке нефтяных месторождений шахтным способом. М.: ХОЗУ Миннефтепрома, 1986. 228 с.

4. СанПиН 2.2.4.548-96. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы. М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2001. 20 с.

5. Термошахтная разработка нефтяных месторождений / В.Ф.Буслаев, Ю.П.Коноплев, З.Х.Ягубов, Н.Д.Цхадая; под ред. Н.Д.Цхадая. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2006. 288 с.

6. *Цхадая Н.Д.* Комплексная оценка условий труда в нефтяных шахтах при паротепловом воздействии на пласт. СПб: Изд-во СПбГУ, 1997. 120 с.

7. *Чеботарев А.Г.* Физиолого-гигиеническая оценка микроклимата на рабочих местах в шахтах и карьерах и меры профилактики его неблагоприятного воздействия / А.Г.Чеботарев, Р.Ф.Афанасьева // Горная промышленность. 2012. № 6. С.34-40.

8. *Aziz M.* The influence of natural convection in gaz, oil and water reservoirs / M.Aziz, S.A.Bories, M.A.Combarnous. Petrol. Soc. Can. Inst. Mining, Calgary Pap. 8242. 1972. 32 p.

9. *Brake D.J.* The Deep Body Core Temperatures, Physical Fatigue and Fluid Status of Thermally Stressed Workers and the Development of Thermal Work Limit as an Index of heat Stress: School of Public Health Doctoral Dissertation. Curtin University of Technology. Australia, 2002. 294 p.

DOI: *10.18454/PMI.2017.3.360*

10. *Hunt A.P.* Symptoms of heat illness in surface mine workers / A.P.Hunt, A.W.Parker, I.B.Stewart // International Archives of Occupational and Environmental Health, 2013. № 85 (5). P.519-527. DOI:10.1007/s00420-012-0786-0.

11. *Jeffrey R.* Experience and results from using hydraulic fracturing in coal mining // Proceedings of the 3rd International workshop on mine hazards prevention and control, Brisbane. 2013. P. 110-116.

12. *Lees F.* Lees' Loss Prevention in the Process Industries: Hazard Identification, Assessment and Control. Butterworth-Heinemann, 2012. 3776 p.

13. *Lemke B.* Calculating workplace WBGT from meteorological data: a tool for climate change assessment / B.Lemke, T.Kjellstrom // Industrial Health. 2012. № 50. P.267-278.

14. *McPherson M.J.* Subsurface Ventilation Engineering. London. 2012. URL: https://www.mvsengineering.com/files/Subsurface-Book/MVS-SVE_Chapter17.pdf (Date of access: 15.02.2017).

15. *Vatanpour S.* Can public health risk assessment using risk matrices be misleading? / S.Vatanpour, S.E.Hrudey, I.Dinu // Int. J.Environ. Res. Public Health, 2015. № 12. P.9575-9588. DOI:10.3390/ijerph120809575.

Авторы: **М.А. Нор**, *инженер отдела ПШР*, *Mikhail.Nor@lk.lukoil.com* (*ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»*, *Центр нефтетитанового производства*, *Ухта*, *Россия*), **Е.В. Нор**, *канд. техн. наук*, *доцент*, *заведующая кафедрой*, *enor@ugtu.net* (*Ухтинский государственный технический университет*, *Ухта*, *Россия*), **Н.Д. Цхадая**, *д-р техн. наук*, *профессор*, *ректор*, *info@ugtu.net* (*Ухтинский государственный технический университет*, *Ухта*, *Россия*).

Статья принята к публикации 24.03.2017.