

Министерство образования и науки Российской Федерации

Правительство Вологодской области

Вологодский государственный технический университет

ВУЗОВСКАЯ НАУКА - РЕГИОНУ

Материалы
девятой всероссийской научно-технической конференции

25 февраля 2011 г.

I том

1435552

Вологда
2011

ТЕРМО - И ГАЗОПРОЯВЛЕНИЯ НА СЕВЕРЕ РУССКОЙ ПЛИТЫ (В ПРЕДЕЛАХ ВОЛОГОДСКОЙ И КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТЕЙ)

А.И. Труфанов

Вологодский государственный технический университет

А.И. Обжиров

Тихоокеанский океанологический институт имени В.И.Ильичева ДВО РАН

Температурный режим земных недр формируют главным образом два источника тепла - солнечное излучение и внутренние (планетарные) процессы, протекающие в недрах Земли. По общепринятым представлениям, в ходе геологической истории внутренними источниками могли быть остаточное тепло Земли при её образовании, гравитационная дифференциация вещества планеты, физико-химические реакции в её недрах, приливные деформации Земли, распад радиоактивных элементов и пр.[8].

Однако относительно строгой количественной оценке поддается лишь радиогенное тепло. Считается, что радиоактивный распад является наиболее мощным внутренним источником тепла, в полтора раза суммарно превосходящий все остальные планетарные источники тепловой энергии [1].

Тепло передается посредством кондуктивной или молекулярной теплопроводности горных пород, конвекции и излучения нагретого вещества земли. Последнее характерно лишь для значительных глубин земли. Конвекции принадлежит наиболее важная роль в переносе тепла из недр земли к её поверхности, чем перенос посредством теплопроводности. Подземные воды, отличающаяся чрезвычайно высокой теплопроводностью и подвижностью, играют очень важную роль в перераспределении и выносе тепла из недр земли, даже при небольшом градиенте [8]. Для большей части рассматриваемой территории значения геотермического градиента колеблются от 15 до 20°C/км[4]. По результатам замеров температур по Вологодской (гл. 2236.6м) и Рослятинской (гл. 4552м) параметрическим скважинам расчет геотермических градиентов дает близкие значения, соответственно 23,5°C/км и 22,1°C/км.

Энергия, приходящая на поверхность земли от солнца, в тысячу раз больше поступающей из её недр. Она составляет по [6] около 240Вт/м², в то время как радиогенное тепловыделение литосферы – 0.05 Вт/м². Приток радиогенного тепла из внутренних геосфер составляет – 0.01 Вт/м². Таким образом, среднее значение теплового потока земли равно 0,06 Вт/м². Наряду с фоновыми значениями теплового потока из недр существуют локальные (аномальные) тепловые потоки, то есть отклонения от установленных средних потоков. Так, по исследованиям Горного В.И. и др. [9], использовавших материалы тепловой космической съёмки, было показано, что в пределах Русской плиты в узлах пересечения разломов земной коры из-за значительных скоростей вертикального подъёма подземных вод может наблюдаться высокий конвективный вынос тепла из земных недр – десятки Вт/м², хотя считалось, что эта структура (северная часть Русской плиты) не является термической активной. Однако на локальных участках «эндогенные потоки тепла в десятки Вт/м², поступающие к земной поверхности, сопоставимы по Горному В.И.[10]со среднесуточными значениями солнечной радиации, падающей на эту поверхность (~200Вт/м²). В результате в местах естественного геотермального подогрева повышается среднегодовая температура почвы, наблюдается опережающее снеготаяние».

Газопроявления без замеров температур в пределах севера Московской синеклизы отмечались на многих участках. Так, при бурении разведочной скважины в Вытегорском районе Вологодской области (близ дер. Лема) в момент вскрытия известняков среднего карбона произошел выброс газа. Выделения газа продолжалось около двух месяцев. По результатам анализа выполненным в лаборатории ВНИГРИ, газ имел следующий состав (в %): CO₂ – 1.1, CH₄ – 64.6, N₂ – 34,3, Ar + Kr + Xe – 0,52 [5].

При бурении Тарногской, Бобровской и Великоустюгской параметрических скважин в редишском горизонте венда вскрыты хлор – кальцевые рассолы с растворенным в них газом азотного и азотно-метанового состава(CH₄ – 2,8 – 98%, тяжелых углеводородов – 0,33 – 10%). Гагаринской скважиной в Никольском районе вскрыты песчаники котлинского горизонта с притоком хлор - кальциевых рассолов и растворенными в них газами метаново- азотного состава.

Жители Нижнего Полужья иногда (периодичность не установлена) наблюдают явления также явно связанные с выходом газа из недр в атмосферу. «В летнее время в русле реки Лузы неожиданно забурлит вода и над поверхностью реки поднимается фонтан высотой от 1 до 6 м. Свидетелями такого явления в 1936г были дети и педагоги пионерского лагеря, находившиеся на правом берегу Лузы близ деревни Кузьминской» – сообщает бывший учитель великоустюгский краевед Цивилев.

В пределах Вологодской и Костромской областей в разное время зафиксированы участки с газопроявлением и аномально высоким тепловым потоком, вероятно также тяготеющие к местам пересечения тектонических разломов глубинного характера. По сообщению сотрудников ГПП «Костромагеология» в августе 1999г. в одном из колодцев на территории г. Буй было отмечено аномальное повышение температуры воды до 60°C. 6 октября того же года сотрудники КИР по Костромской области в этом колодце зафиксировали температуру воды 49°C. В дальнейшем она постепенно снижалась до 11°C в декабре 1999 и до 4°C в мае 2000г. Температура воды в близ расположенных колодцах города Буй оставалась относительно стабильной на уровне 5 – 6°C.

14 апреля 2008г в колодце д. Захарово (владелец В.А. Бушманов), в 33 км северо западнее города Никольская (Вологодская обл.), отмечено аномальное повышение температуры воды с выделением спонтанного газа. При обследовании колодца 24 апреля 2008г одним из авторов статьи было установлено, что вода пресная, слабо щелочная (pH ~7.6), имеет резкий гнилостный запах, серый цвет с зеленоватым оттенком (за счет обилия взвешенных дисперсных частиц) и температуру 56°C. Дебит колодца, измеренный по восстановлению уровня после откачки из него воды, составил 0,5 м³/час. Уровень воды в колодце после откачки установился на прежней отметке, а температура воды медленно поднималась и через час достигла 37°C. В связи с этим можно заключить, что притока горячей воды в колодец не происходит, а носителем тепла является газ и пары воды. Спонтанное выделение газа наблюдалось визуально, но отобрать пробу на анализ не удалось по техническим причинам. Были отобраны пробы на химический анализ в том числе и из других колодцев д. Захарово. Результаты химических анализов приведены в таблице 1.

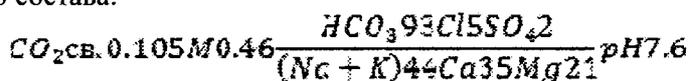
Таблица 1

Химический состав подземных вод колодцев деревни Захарово*

Химические показатели	Колодец №1	Колодец №2	Колодец №3
Т°С	6	6	56
pH	7,4	7,3	7,6
Цветность, град.	10	<5	134,5
Мутность, ЕМР	<1	<1	42,7
Запах, балл	0	0	5
Нефтепродукты мг/л	<0,005	0,005	1,34
NH ₄ мг/л	<0,05	<0,05	11,9
NO ₃ мг/л	55	61,3	0,39
NO ₂ мг/л	0,105	0,062	0,009
Окисляемость, мгО ₂ /л	3,36	1,76	488
SO ₄ мг/л	10	5	10
Cl мг/л	20	37,5	8
HCO ₃ мг/л	396,5	469,7	610
XПК мг/л	8,64	15,4	441,6

*данные центра развития экологии «ЭЛПРОС»

Кроме того исследование термальной воды было проведено в лаборатории химического и спектрального анализ в ВСЕГЕИ им. А.П. Карпинского (зав сектором гидрогеохимии, к.г.-м.н. В.В. Петров). Полученные результаты позволили дополнительно характеризовать воду как пресную, гидрокарбонатную, кальциево – натриевую с повышенным содержанием CO₂ св.(105мг/л). Формула химического состава:



Вода с аномально высокой температурой характеризуется очень высокими значениями окисляемости, ХПК и нефтепродуктов. В колодцах, находящихся в 250 – 300 м от «аномально-

го», вода имеет лишь высокие концентрации нитратов (до 55 – 61,3 мл/л). Другие показатели не превышают пределов допустимых концентраций при использовании воды в качестве хозяйственно – питьевой.

Пробы воды для определения растворенного в воде газа в «аномальном» колодце отбирались с большим интервалом по времени – при аномально высокой температуре воды (56°C) и при нормальной температуре (8°C). Извлечение газа из воды и его анализ выполнен в лаборатории газогеохимии Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева ДВО РАН (Зав. Лабораторией д. г - м. н. профессор А.И. Обжиров). Результаты анализа представлены в таблице №2.

Таблица 2

Состав растворенного газа в подземных водах колодца с аномальной температурой в деревне Захарово

№№ проб	Объем воды, мл	Объем газа, мл	Т°С	СО ₂ мл/л	О ₂ мл/л	N ₂ мл/л	СН ₄ мл/л
1010	480	16,5	8	13,58	1,06	19,73	0,00367
0803	470	20,5	56	3,53	3,19	36,09	0.00023
1010	0,000004	0	0,000002	0,000002	0,000007	0,000004	
0803	0,000004	0	0,000001	0,000001	0	0,000008	

Обсуждение результатов.

Отмечается, что в холодной воде температура (8°C) «аномального» колодца увеличивается концентрация углекислого газа в 4 раза и метана в 15 раз по сравнению с содержанием этих газов в горячей воде(57°C). Такие концентрации газов превышают фон в 10 - 20 и более раз. Аномальные концентрации метана и углекислого газа в воде колодца показывают, что идет подток этих газов из недр. Причем уменьшение содержания метана и углекислого газа в горячей воде, с одной стороны связано с уменьшением растворимости этих газов в горячей воде. С другой стороны, можно предположить, что такие высокие концентрации метана и углекислого газа в спокойный сейсмико-тектонический период в рассматриваемом районе связан с активным подтоком газа из ниже залегающих слоёв осадочных пород, в период повышения температуры воды в колодце возможно открываются другие каналы миграции газа и закрываются прежние в связи с перестройкой их в период тектонической активизации. Раскрываются более глубокие разломы и по ним мигрируют газы, обогащенные азотом. В тоже время и в горячей воде содержание метана и углекислого газа высокое и превышает фон в 5 – 10 раз.

Аномальные содержания метана в воде и присутствие тяжелых углеводородов, превышающих фон в несколько раз, указывают на нефте - газосодержащие породы в этом районе и (или) высокое содержание в окружающих осадочных породах органического вещества. Присутствие углекислого газа указывает на наличие в породах интрузий и (или) эффузивов. О тектоно- магматической активизации древней платформы имеется ряд публикаций, касающихся территории этих районов[2, 7 и др.]. Каналами миграции газа являются разломы и оперяющие их трещины, по которым возможны подвижки в период сейсмико-тектонической активизации. Газ и пар являются хорошей смазкой плоскостей зон разломов между блоками пород, поэтому даже незначительные сейсмические активизации могут привести к землетрясениям. По существующему сейсмическому районированию рассматриваемая территория относится преимущественно к 5-ти бальной зоне и лишь восточная её часть к 6-ти бальной зоне. Сейсмичность здесь относится к категории внутриплитной. Очаги землетрясений располагаются в пределах земной коры. В летописях и газетных публикациях неоднократно описывались землетрясения на территории Вологодской области. Последнее из них, зарегистрированное сейсмостанцией Кольского РСЦ с магнитудой 3,5 и эпицентром в долине реки Илезы, произошло 10 июня 1996г. Факт синхронности двух событий 14 апреля 2008г - появление высокой температуры воды с газированием в колодце деревни Захарово и прорыв плотины на реке Кумбисер того же района - может быть связан с землетрясением с низкой бальностью, но в связи с редкой сетью сейсмических станций, остался не зарегистрированным.

В заключение выражаем благодарность за помощь в полевых исследованиях проректору ВоГТУ Александру Андреевичу Плеханову и доценту Александру Николаевичу Кичигину.

Литература

1. Богословский В.А. и др. Экологическая геофизика/ В.А.Богословский, А.Д.Жигалин, В.К.Хмелевский.-М.: Изд-во МГУ, 2000.-256с.
2. Буслевич А.Л. О мезозойской тектонической и магматической активизации севера Московской синеклизы (в пределах Вологодской области)// Геология и минеральные ресурсы Вологодской области: сб. научных трудов/Вологда: Изд-во «Русь», 2000.-160с.
3. Геотермические методы исследований в гидрогеологии. М., Недра, 1979.-285с.
4. Карта геотермического режима земной коры территории СССР. Масштаб 1:10.000000,1977. Гл. редактор А.А.Смыслов.
5. Кофман В.С. и др. Геологическая и гидрогеологическая карты СССР масштаба 1:200.000. Лист Р-37-XXУ (Вытегра). М.,1979.
6. Сергин С.Я. Глобальная геологическая система и системная геотектоническая концепция//Исследование и формирование систем: Сб. статей/ ИП Кривлякин С.П.,- Туапсе, 2009.-С.7-40.
7. Труфанов А.И., Масайтис В.Л. Первая находка раннемезозойских щелочных ультраосновных магматических пород на севере Русской плиты//Регион. геология и металлогения. 2007.№ 30-31.С.30-34.
8. Трухин В.И. и др. Общая и экологическая геофизика/ В.И.Трухин, К.В.Показеев, В.Е.Куницын.-М.:ФИЗМАТЛИТ.2005.-576с.
9. V.I. Gorny et al. Terrestrial Heat Flux Measuring and Geothermal Zoning for Regional and Petroleum Geology on the Base of Satellite IR-Thermal Proc. of the Eleventh Thematic Conference Geologic Remote Sensing, Vol.1. , 27-29 February 1996, Las Vegas, Nevada, USA.
10. Интернет-ресурс: [<http://bibliofond.ru/view.aspx?id=117777>].