

ВАРИАЦИИ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В КУЛЬДУРСКОМ И МУТНОВСКОМ ТЕРМАЛЬНЫХ ПОЛЯХ

И.А. Долгих¹, Г.Л. Колесникова², К.В. Шлюфман¹, В.Н. Компаниченко¹

¹Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, ЕАО, г. Биробиджан

²Гидрогеологическая станция санатория «Кульдур», пос. Кульдур ЕАО

Изучение эволюции гидротермальных систем имеет большое значение, как для практических целей, так и для фундаментальных проблем, в частности проблемы зарождения биосферы. В этом контексте нами были исследованы и математически обработаны данные по многолетним режимным наблюдениям температуры и давления (уровня) термальных вод в Кульдурском (Еврейская автономная область) и Мутновском (Камчатская область) термальных полях. На территории Кульдурских термальных источников расположены четыре курортно-санаторные здравницы, где осуществляется лечение слабоминерализованными термальными водами. На Камчатке построена Мутновская геотермальная электростанция, которая вырабатывает электроэнергию за счет давления поступающей из глубоких областей пароводяной смеси.

Целью исследования является получение ряда характеристик вариаций температуры и давления (амплитуда, период, частота), а также выявление корреляционных зависимостей между температурой и давлением. Эти данные имеют значение для дальнейшего изучения и эксплуатации этих месторождений. Нами были исследованы вариации термодинамических параметров в Кульдурской и Мутновской гидротермальных системах.

Кульдурское месторождение термальных вод расположено в Облученском районе ЕАО, в 2 км от одноименной станции Дальневосточной железной дороги. Термы связаны с крупной зоной тектонического дробления в гранитном массиве. Рассматриваемые термы представляют собой типичные напорные трещинные воды, поднимающиеся с глубины 2-3 км. Термальная площадка месторождения приурочена к правобережной части долины реки Кульдур (левого притока р. Биры), берущей начало с восточных склонов хребта Малый Хинган. Пробуренные в 1987 году скважины 1-87 и 2-87 глубиной 100 м эксплуатируются с 1995 года. В качестве наблюдательных скважин используется разведочная скважина 3, пробуренная в 1951 г. и резервная скважина 3-87, пробуренная в 1987г. До настоящего времени проводятся режимные наблюдения, включающие отслеживание температуры и положения поверхности уровня термальных вод в скважинах (1 раз в 3 дня), и контроль за их химическим составом (1 раз в 10 дней).

Скважины 1-87 и 2-87 находятся в осевой зоне термального поля. Амплитуды колебаний в них составляют по температуре 2,5 и 4°С, а по уровню 0,73 и 0,68м соответственно. В периферической зоне расположены скважины 3-87 и 3. В них амплитуда

колебания составляет по температуре 0,73 и 5,15° С, а по уровню 0,43 и 0,51м. Для скважин 1-87 и 2-87 теснота линейной корреляционной связи между температурой и давлением отрицательная и умеренная (-0,46;-0,38), для скважины 3-87 – слабая положительная (0,25). Для скважины 3 корреляционная зависимость практически отсутствует (0,04). Для колебаний температуры и уровня характерны сезонные изменения с периодом 11-13 месяцев.

На Мутновском геотермальном месторождении пробурено около 90 скважин, треть из которых составляют продуктивные скважины, характеризующейся большим давлением пароводяной смеси. По 12-ти из таких скважин с 1982 года по 1987 год проводился мониторинг температуры и давления в течение периода от нескольких месяцев до нескольких лет. Этот мониторинг выявил изменения температуры паро-водяной смеси на устьях скважин от 100 до 240°С и давления от 1 до 40 атмосфер. Под воздействием активного Мутновского вулкана размах колебаний достигает по температуре 40 -50° и по давлению 2,0 – 4,5 атм. со средним периодом 4,3 – 4,8 месяца. Получено, что для всех скважин наблюдается статистически значимая линейная зависимость между величинами температуры и давления в водно-паровой смеси (0,88-0,99). При этом по мере удаления от центра эндогенной активности крутизна зависимости температуры смеси от давления возрастает от 3,68 град./атм. до 11,82 град./атм. Расчет коэффициентов парной корреляции между изменениями температуры (давления) по каждой паре скважин позволил оценить характерный размер d_i пространственных неоднородностей полей измеренных параметров. Для рассматриваемой среды имеет место существенное превышение характерного размера «реактора» L относительно длины диффузии возникающих неоднородностей l_i .

Выводы.

1. Амплитуда колебаний температуры и давления (уровня) гидротерм в Мутновском поле намного выше, чем в Кульдурском. Это очевидно связано как с расположением Мутновских источников в вулканически активном Камчатском регионе, так и с их более высокой температурой, в значительной мере определяющей потенциальный масштаб флуктуаций.

2. Для Мутновской гидротермальной системы наблюдается высокая корреляционная связь, что не зарегистрировано в Кульдурской системе.

3. Данные исследования подтверждают положение о стимулирующем влиянии активного вулканизма на изменчивость термодинамических параметров в термальных полях, что представляет собой определенный вклад в характеристику гидротермальной среды зарождения биосферы на древней Земле.

Изменение температуры
Кульдурских скважин 1-87, 2-87, 3-87,3

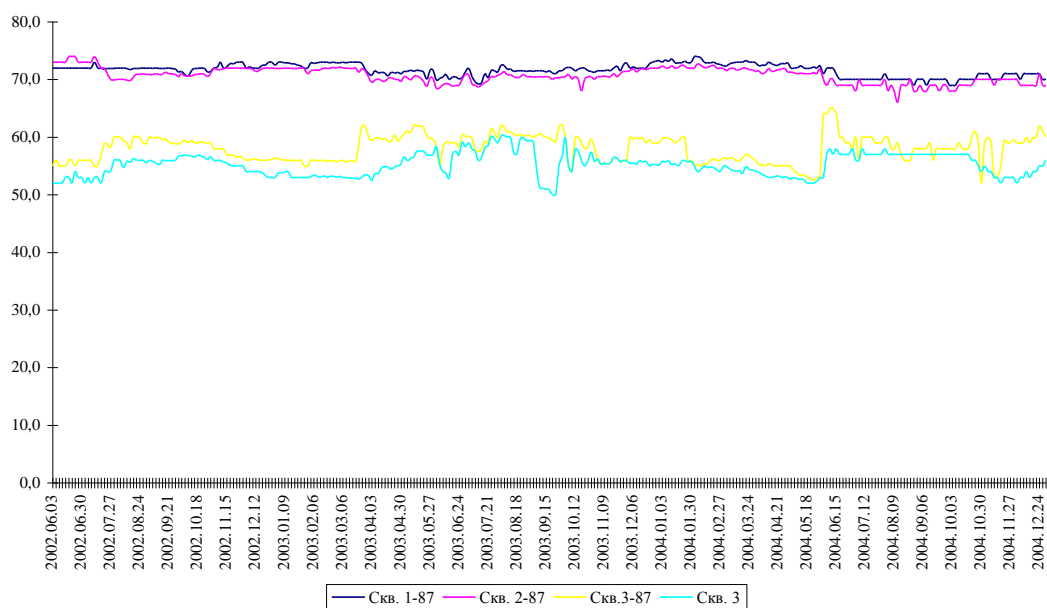


Рис. 1. График колебаний температуры в Кульдурском термальной поле в период с 2002 по 2004 год.

Уровень воды
Кульдурских скважин 1-87, 2-87, 3-87, 3

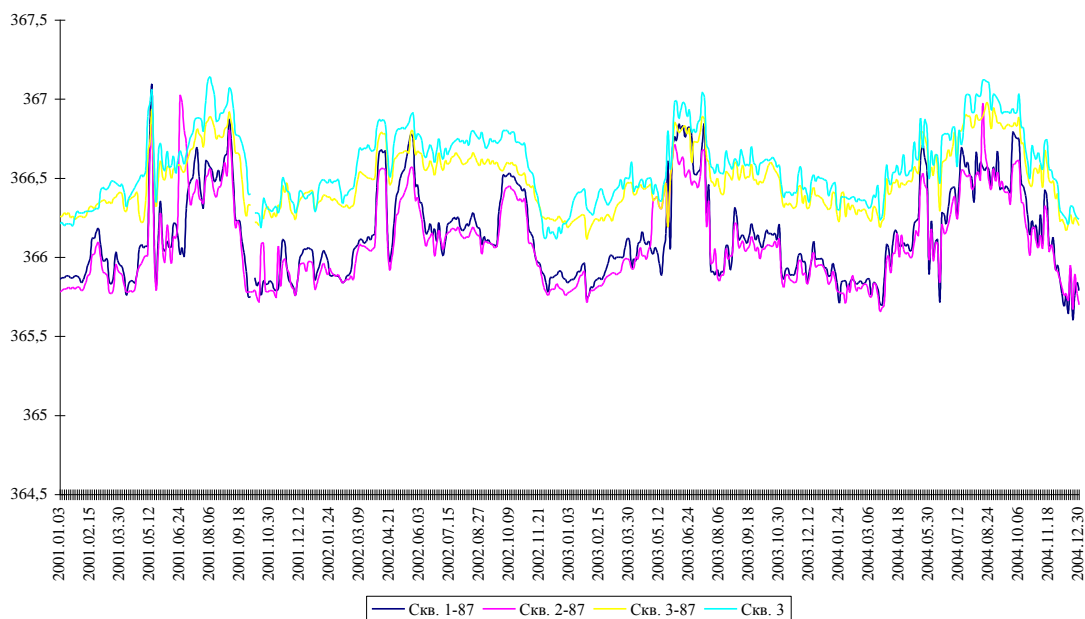


Рис. 2. График колебаний уровня воды в Кульдурском термальной поле в период с 2001 по 2004 год.

Таблица 1. Экстремальные значения температуры, давления и уровня воды в Кульдурском и Мутновском термальных полях.

№ скважины	Кульдурское поле				Мутновкое поле			
	1-87	2-87	3-87	3	скв.1	скв.2	скв.3	скв.4
Максимальная температура (град.)	74,00	74,00	65,00	60,30	239,00	200,00	182,00	158,00
Минимальная температура (град.)	69,00	66,00	52,00	50,00	100,00	165,00	170,00	100,00
Размах колебания	5,00	8,00	13,00	10,30	139,00	35,00	12,00	58,00
Максимальное давление (атм.)					35,00	16,70	11,00	5,60
Максимальный уровень (м)	367,07	367,02	366,98	367,14				
Минимальное давление (атм.)					0,85	6,60	7,70	0,35
Минимальный уровень (м)	365,61	365,66	366,12	366,12				
Размах колебания давления (атм.)					34,15	10,10	3,30	5,25
Размах колебания уровня (м)	1,46	1,36	0,86	1,02				

Таблица 2. Корреляционные зависимости между температурой и давлением (уровнем) в Кульдурском и Мутновском термальных полях.

№ скважины	Кульдурское поле				Мутновкое поле			
	1-87	2-87	3-87	3	скв.1	скв.2	скв.3	скв.4
корреляционная зависимость	-0,46	-0,38	0,04	0,25	0,934	0,996	0,985	0,934