

**REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

ISSN 2224-5227

Volume 5, Number 309 (2016), 252 – 256

UDC 622.521

G.P. Metaksa, N.S. Buktukov

D.A. Kunaev Mining Institute, Almaty, Kazakhstan
gmetaksa@mail.ru

**YELLOWSTONE VOLCANO.
SCIENTIFIC MYTHS AND REALITY**

Abstract. This article gives an analysis of the factors affecting the state of the surface and deep layers of the Yellowstone supervolcano. The following conclusions have been made:

1. In the modern context there is no cause for an explosion of sufficient power, as the Yellowstone supervolcano is located near the center of the tectonic plates.

2. The resonance effects, activating the condition of the surface layer of volcano, are created by Long Valley and Vellis adjacent calderas, which natural frequencies provide the conditions for parametric resonance that allows solving the problem of the condition of the volcano surface.

3. Condition of the deep layers of the Yellowstone caldera depends on sources of seismic activity with technogenic origin (Nevada and Oklahoma) that can be important in solving problems of condition management of the deep layers of the volcano.

4. Contemporary condition of volcano equilibrium is maintained by geyser discharging of occurring stresses on the Macrocracks caldera body. The mechanism of this phenomenon requires thorough study with the aim of balance conservation of this complex.

Keywords: Yellowstone volcano, surface condition, deep layer condition, impact – response, technogenic factor.

УДК 622.52

Г.П. Метакса, Н.С. Буктуков

Институт горного дела им. Д.А. Кунаева, Алматы, Казахстан

**ВУЛКАН ЙЕЛЛОУСТОН.
НАУЧНЫЕ МИФЫ И РЕАЛЬНОСТЬ.**

Аннотация. В статье выполнен анализ факторов воздействия на состояние поверхности и глубинных слоев супервулкана Йеллоустон. Сделаны выводы о возможных механизмах управления состоянием динамического равновесия объекта исследования.

Ключевые слова: вулкан Йеллоустон, состояние поверхности, состояние глубинного слоя, воздействие – отклик, техногенный фактор.

В последнее десятилетие резко увеличился информационный поток о критическом состоянии супервулкана Северо-Американского материка. По прогнозам официальной науки Соединенных штатов и общественных научных объединений (Алатра) в случае взрыва вулкана Йеллоустон планета Земля покроется толстым слоем вулканического пепла, который нарушит прозрачность всей земной атмосферы и приведет к условиям космической зимы зимы на всей поверхности планеты. Грозные прогнозы подтверждаются высокотехнологичными компьютерными моделями, созданными на базе магматического «пузыря», расположенного под кальдерой этого вулкана.

Рассмотрим реальные физические предпосылки существования «апокалиптической» угрозы мгновенного взрыва вулкана. Главными условиями взрыва являются:

- деформации на границах раздела крупных разломов;

- сопротивление деформируемой среды;
- резонансные условия на границе раздела фаз, проводящих деформацию сред.

При всестороннем изучении этих факторов могут появиться возможности для управления процессами разрядки возникающих напряжений. Анализу откликов на внешние воздействия для поверхности и глубинных слоев супервулкана посвящена данная работа.

Рассмотрим последовательно условия возникновения взрыва. Как известно из физики, химии, любой процесс начинается на границе раздела фаз (неоднородностей). Наиболее крупные неоднородности - это континенты, океаны, платформы, складчатые пояса, зоны горообразования [1, 2]. К мелким относятся геоблоки, блоки, толщи осадочных пород, метаморфические комплексы и т.п. Наибольшая изученность реакций отклика на внешние воздействия принадлежит сейсмологии, для которой практический интерес представляют неоднородности, ответственные за аккумуляцию энергии, разрядка которой возбуждает землетрясение [1], т.е. деформацию проводящей энергию среды. В твердом теле границами раздела фаз служат разломы, трещины и техногенные неоднородности.

Причины и характер взрывов бывают различными [3]. В химических системах взрыв возникает цепным, тепловым (механическим) и электрическим способами. Рассмотрим возможности возникновения взрыва по механизму «цепной реакции» для тектонических взаимодействий в случае супервулкана Йеллоустон, кальдера которого расположена в целостной части тектонической плиты. Этот факт исключает появление взрыва по причине деформации блоков крупного масштаба. Однако количество землетрясений около этого вулкана уже давно превышает 200. Сейсмологи знают, что это хороший признак для исключения крупных событий, так как происходит регулярная разрядка накопленных напряжений. С другой стороны должны существовать условия для подобной реакции для этого вулкана со стороны близлежащих вулканов, наиболее крупными кальдерами, которыми являются Веллис и Лонг-Велли. В таблице 1 приведены расчетные показатели поверхностного отклика на внешние воздействия, рассчитанные по третьему закону Кеплера для макро- и наноуровней рассмотрения.

Таблица 1 – Пространственно-временные соотношения для кальдер Йеллоустон, Лонг-Велли и Веллис (расчет по 3-му закону Кеплера)

Наименование вулкана	Размер кальдеры, км	Период для макроуровня рассмотрения, с	Период для наноуровня рассмотрения, с	Частота, герц	Соотношение частот с супервул-каном
Йеллоустон (горное кольцо)	500	$1,95 \cdot 10^{17}$	0,195	5,2	-
Йеллоустон (кальдера)	(55) Ч 75	$7,04 \cdot 10^{15}$	$7,04 \cdot 10^{-3}$	140	1
- // -	75	$11,2 \cdot 10^{15}$	$11,2 \cdot 10^{-3}$	89	1,55
Лонг-Велли кальдера	(20) Ч 35	$1,54 \cdot 10^{15}$	$1,54 \cdot 10^{-3}$	649	2; 4,2
- // -	35	$3,57 \cdot 10^{15}$	$3,57 \cdot 10^{-3}$	280	2; 3,1
Веллис	(19) Ч 22	$1,43 \cdot 10^{15}$	$1,43 \cdot 10^{-3}$	699	5; 7,7
- // -	22	$1,78 \cdot 10^{15}$	$1,78 \cdot 10^{-3}$	561	4; 6,2

Расчетные данные свидетельствуют о том, что для макроуровня рассмотрения период устойчивости определяется многими миллиардами лет для всех окружающих вулкан кальдер. А для наноуровня рассмотрения ($K=3,36^{18}$) периоды устойчивого равновесия (релаксации) находятся в пределах миллисекунд, т.е. соответствуют частотам инфра- и звукового диапазона. Так собственная частота горного кольца кальдеры вулкана Йеллоустон равна 5 герцам, это биологический диапазон взаимодействий, видимо, поэтому там сформировался максимальный уровень биоразнообразия, охраняемый государством США. В зависимости от размера кальдер, соседствующих с супервулканом, частоты отклика на внешние воздействия различны – некоторые из них (Лонг-Велли) близки к промышленной частоте, другие кратны целочисленному ряду по отношению к вулкану. Установленный факт означает, что в круг рассмотрения причинно-следственных взаимосвязей попадает техногенный фактор, в данном случае – возможность поверхностных резонансных явлений в связи с работой промышленных энергосетей или

атмосферных циклонов.

Другим следствием техногенного воздействия на глубинные слои кальдеры может оказаться близкое соседство «чемпионов» по землетрясениям полигона Невада и района добычи углеводородов вблизи Оклахомы. В последние годы резко возросло количество и мощность сейсмических событий в этих регионах. Например, в начале ноября 2014 года в гористой местности Невады наблюдали рой землетрясений, происходивших с разной периодичностью [4]. Это пример можно рассматривать как «цепную» реакцию этого региона на определенное внешнее воздействие. Подобные отклики на техногенное воздействие наблюдаются и вблизи Оклахомы. Такие механические воздействия должны порождать отклики на пути прохождения сейсмической волны, но в силу проявления процессов затухания, мощность их должна уменьшаться прямо пропорционально расстояниям. Действительно мощность откликов кальдеры Йеллоустон редко превышает 2 балла.

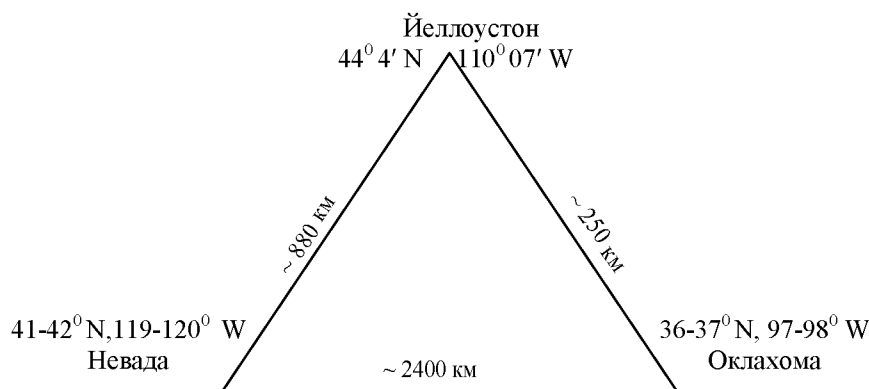


Рисунок 1 – Координаты вулкана Йеллоустон и источников техногенных воздействий в Неваде и Оклахоме

Если рассмотреть этот треугольник взаимодействий с точки зрения прохождения механических волн в твердом веществе и во флюидосодержащей среде, можно обнаружить удивительные совпадения [5], которые свидетельствуют о взаимовлиянии сейсмособытий этих рассматриваемых объектов. В таблице 2 приведены ориентировочные расчеты времен прохождения механических волн между названными объектами.

Таблица 2 – Времена прохождения сейсмических волн между Йеллоустон, Невадой и Оклахомой.

Маршрут следования	Расстояние, км	Время, с., мин., час.
Невада – Оклахома - твердая	~ 2400	480 с = 8 мин
среда - флюидосодержащая	- // -	1600 с = 26 мин
Невада – Йеллоустон - твердая	~ 900	180 с = 3 мин
среда - флюидосодержащая	- // -	600 с = 10 мин
Оклахома – Йеллоустон - твердая	~ 250	5 с
среда - флюидосодержащая	- // -	166с = 2,7 мин
Кольцо Йеллоустон - твердая	~ 3500	706 с = 17,7 мин
среда - флюидосодержащая	- // -	2353 с = 39,2 мин
Бегущая волна по периметру планеты, твердая среда	~ 39600	7920 с = 2,2 часа
* среда – флюидосодержащая	- // -	26400 с = 7,3 часа

*Примечание. Расчет выполнен для скоростей сейсмических волн – для твердой среды 5000 м/с, для флюидосодержащей среды – 1500 м/с. Поэтому полученные значения времен прохождения этих волн должны иметь допуск $\pm 5\%$ от среднего значения.

По гистограммам распределения землетрясений, построенных по временному признаку, можно выделить несколько пиков вблизи указанных в таблице значений. В качестве конкретных примеров можно привести следующие события [5]:

11.08.15	17.40	Оклахома	- 17.39	Невада	- t < 1 мин.
14.08.15	10.34	- // -	- 13.07	- // -	- t < 3 ч. 27 мин.

17.08.15	17.40	Невада	– 11.53	Оклахома	– t < 28 мин.
20.08.15	00.47	Оклахома	– 0.49	– // –	– t < 2 мин.
12.12.14	18.11	– // –	– 17.53	– // –	– t < 18 мин.
19.12.14	13.37	Невада	– 13.38	Невада	– t < 1 мин.
19.12.14	13.18	Невада- Йеллоустон	– 13.33	Оклахома	– t < 19 мин.
19.12.14	19.08	Невада	– 20.00	Невада	– t < 52 мин.
19.12.14	19.08	– // –	– 17.10	– // –	– t < 24 часа

Одним из последних ярких примеров наложения волн являются события, произошедшие 30.10.2015 г. Главной отличительной особенностью наложения волн («цепной реакции») является возрастание магнитуды в последующих наведенных (индуцированных) событиях. Чаще всего они возникают вблизи одной широты, т.е. связаны с суточным вращением Земли. В рассматриваемом случае сначала произошла серия мелких ($M=2,1-2,3$) землетрясений в Западной и Центральной Турции вблизи широты 38 градусов [5]. Временные интервалы между ними свидетельствуют о том, что сейсмическая волна распространилась между очагами исходных событий ($t=3$ мин) и пошла в субширотном направлении, вернувшись через 2 часа 25 минут в исходную точку. На пути следования произошло наложение волн на этой же широте вблизи Оклахомы (через 1 час 02 мин.) и в Киргизии (два события – через 51 мин и 2 часа 27 мин.), затем следует реакция разрядки напряжений в Неваде (через 26 и 28 мин.) и Оклахоме (через 17 мин и 77 мин.) Магнитуда при этом нарастала от 2,1 (исходное событие) до 3,8 (Киргизия и Оклахома). Порядок величин временных интервалов происходящих событий соответствует расчетным данным, приведенным в таблице 2. Этот факт свидетельствует о том, что в существующих теоретических предположениях отсутствуют важные направления проведения исследований, учитывающие эффекты наложения волн.

Как следует из данных, приведенных в таблице 2, используя этот ход рассуждений, легко установить причинно-следственные связи между событиями, имеющими физическую взаимообусловленность. Отсюда следует, что большое количество малых землетрясений супервулкана обусловлено в значительной степени наведенными эффектами от состояния ближайших соседей, обладающих повышенной сейсмоактивностью. Если провести системный анализ спектрограмм откликов от наведенных эффектов можно получить достоверный материал для управления состоянием разрядки накопленных напряжений в глубинных слоях и окрестностях супервулкана.

А пока таких материалов нет, вулкан это делает самостоятельно с помощью 3000 гейзеров, которые являются трещинами в теле кальдеры и обеспечивают ее устойчивость с помощью поверхностных эффектов разрядки по мере заполнения макротрещин кальдеры водой. Взрывной характер выброса горячей воды в гейзере-трещине может быть обусловлен эффектом микроволновой печки, в которой взрыв реализуется только при наличии в ней чистых металлов. Этот вывод имеет достаточную вероятность проявления такого результата, так как вблизи супервулкана существуют месторождения вольфрама, никеля, индия и меди. Все эти вещества являются поверхностно-активными по отношению к воде. Таким образом после выброса горячей воды макротрещина снова заполняется водой до уровня залегания самородного металла, где и происходит локальный взрыв воды в высокочастотном поле трения поверхности кальдеры. Так, известно, что любое явление (процесс) начинается с поверхности и имеет определенную скорость распространения, отсюда легко подсчитать резонансные условия возникновения взрыва для управления состоянием поверхности и глубинного слоя. Химический состав гейзеров-разрядников зависит от геометрии макротрещины, проходящей через разные месторождения и, соответственно, является источником информации о месте и глубине их залегания. В случаях активации сероводородных источников наблюдают массовый уход животных из мест обитания. Однако такие ситуации возникают с периодичностью, исчисляемой десятилетиями, о чем свидетельствуют засохшие деревья вблизи подобных гейзеров.

Анализируя совокупность приведенных данных, можно сделать следующие выводы:

1. В современных условиях отсутствует причина возникновения взрыва достаточной мощности, поскольку супервулкан Йеллоустон расположен вблизи центральной части

тектонической плиты.

2. Резонансные воздействия, активизирующие состояние поверхностного слоя вулкана, создаются соседними кальдерами Лонг-Велли и Веллис, собственные частоты которых обеспечивают условия параметрического резонанса, что позволяет решать задачи управления состоянием поверхности вулкана.

3. Состояние глубинных слоев кальдеры Йеллоустоун зависит от источников сейсмической активности техногенного происхождения (Невады и Оклахомы), что может иметь большое значение при решении задач управления состоянием глубинных слоев вулкана.

4. Современное состояние равновесия вулкана поддерживается гейзерной разрядкой возникающих напряжений на макротрещинах тела кальдеры. Механизм этого явления требует тщательного изучения для целей сохранения равновесия этого комплекса.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Курскеев А.К. Геофизические неоднородности литосферы. Алматы, 1996, 168 с.
- [2] Вершигора В. Сейсмические процессы вокруг супервулкана Йеллоустоун. [http://allatra –a science. org](http://allatra-a-science.org).
- [3] Глинка Н.Л. Общая химия. Л., Химия, 1974, 728 с.
- [4] Буктуков Н.С., Метакса Г.П. Геометрические особенности роя землетрясений Невады. / Вестник НАН РК, Алматы, v 2, №354 (2015), с. 94-100.
- [5] Centre Seismology Euro – Mediterranean in 2014, in 2015.

REFERENCES

- [1] Kurskeev A.K. Geofizicheskie neodnorodnosti litosferyi. Almatyi, 1996, 168 s.
- [2] Vershigora V. Seysmicheskie protsessyi vokrug supervulkana Yelloustoun. [http://allatra –a science. org](http://allatra-a-science.org).
- [3] Glinka N.L. Obschaya himiya. L., Himiya, 1974, 728 s.
- [4] Buktukov N.S., Metaksa G.P. Geometricheskie osobennosti roya zemletryasenyi Nevadyi. / Vestnik NAN RK, Almatyi, v 2, #354 (2015), s. 94-100.
- [5] Centre Seismology Euro – Mediterranean in 2014, in 2015.

Г.П. Метакса, Н.С. Буктуков

(Д.А. Қонаев атындағы Тау-кен институты, Алматы, Қазақстан)

ЙЕЛЛОУСТОН ЖАНАРТАУЫ. ҒЫЛЫМИ АҢЫЗ БЕН ШЫНДЫҚ.

Аннотация. Бұл мақалада Йеллоустоун жанартаудың беті мен терең қабаттарының күйіне әсер ететін факторлардың талдауы берілген. Зерттеу нысанының динамикалық тепе-теңдік күйімен басқару мүмкін болатын механизмдері туралы қорытындылар жасалынды.

Түйін сөздер: Йеллоустон жанартауы, беттің күйі, тереңдік қабатының күйі, әсер-жауап, техногендік фактор.

Сведения об авторах:

Метакса Галина Павловна – доктор технических наук. Зав.лаб. ФТПРМ

Буктуков Николай Садвакасович - доктор технических наук, профессор, директор института горного дела им.Д.А.Кулева