

# MAGMATIC PLUMBING & ERUPTION TRIGGERING AT MOUNT ST. HELENS – INSIGHTS FROM THE CURRENT ERUPTION

**John S. Pallister**

*USGS Cascades Volcano Observatory, Vancouver, WA, USA*

Eighteen years after the previous dome-forming eruption ended in 1986, and with little warning, Mount St. Helens (MSH) began to erupt again in October, 2004. During the ensuing year and a half, the volcano extruded >70 million cubic meters of uniform, gas-poor and crystal-rich, 65% SiO<sub>2</sub> dacite lava. The 2004-2006 dacite is among the most SiO<sub>2</sub>-rich and incompatible-element-depleted magmas erupted at MSH during the past 500 years. The magma is cooler and came from shallower depths than during the 1980's (850°C vs. 880-920°C, and 4 to 5 km vs. 7 to 8 km depth). The 2004-2006 magma is solidifying 0.5 to 2 km below the vent, producing fault-gouge-mantled spines and only minor explosive activity. Good weather during the winter of 2004-2005 and the unusual spine-dominated mode of eruption combined to provide remarkable insights into the volcano's conduit system. Field data reveal a vent with an east-west dimension of 100-200 meters at the surface and suggest that the conduit was deflected at shallow levels by the root of the 1980's dome. Considered in the context of conduit models from the 1980's, the erupted volume requires tapping of the seismically-imaged 5 to >12 km deep magma reservoir, an inference consistent with deformation data (Dzurisin and others, 2005), but one that poses fundamental questions about what triggered the eruption.

Two hypotheses for triggering are considered: 1) top-down fracturing of a reservoir-conduit system, which was pressurized by second boiling during crystallization, 2) an increase in pressurization due to recent magmatic replenishment. The character and petrology of the eruption provide some constraints on possible triggering mechanisms. A ubiquitous mantle of slickenside-bearing fault-gouge on dome spines and a continuous record of repetitive shallow volcanic earthquakes suggest continuous solid-state extrusion by repeated stick-slip episodes. Modeling of these episodes indicates that difference in magma pressure during periods of stick and slip are very small (<0.2 m static magma pressure head), leading to the suggestion that the volcano may have been perched on the brink of eruption and that downward migration of groundwater and fracturing from above triggered the eruption (Iverson and others, in prep.).

Alternatively, introduction of new magma from the deep crust or mantle may have increased pressure in the deeper reservoir and triggered the eruption (Pallister and others, 2005). The 2004-2006 dacite has trace-element abundances that are distinct from those of the past 500 years, suggesting either addition of new magma or tapping of a region of the reservoir that was not previously erupted. To date, only extremely rare quenched mafic inclusions have been found, and low levels of SO<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> emissions indicate little (if any) involvement of new magma (Gerlach et al., 2005). These factors, the crystal-rich character of the dacite, and comparison of erupted and modeled reservoir volumes suggest that only the uppermost fraction (<1%) of the reservoir has been tapped by the current eruption - a part of the reservoir that was either bypassed by, or developed subsequent to, the eruptions of the 1980's.

## References

1. *Dzurisin, D., Lisowski, M., Schilling, S. P., LaHusen, R. G., Sherrod, D. R., Iwatsubo, E. Y., Diefenbach, A.* (2005), Ground Deformation Associated with the 2004-2005 Dome-building Eruption of Mount St. Helens, Washington, *Eos Trans. AGU*, 86(52), Fall Meet. Suppl., Abstract V52B-03.
2. *Iverson, R.M., Dzurisin, D., Gardner, C.A., Gerlach, T.M., LaHusen, R.G., Lisowski, M., Major, J.J., Malone, S.D., Messerich, J.A., Moran, S.C., Pallister, J.S., Qamar, A.I.,*

- Schilling, S.P., and Vallance, J.W., (2006) Dynamics of the Dome-building Eruption of Mount St. Helens, 2004-2005 (manuscript in preparation).*
4. *Pallister, J.S., Reagan, M., and Cashman, K. (2005) A new eruptive cycle at Mount St. Helens? Eos Trans. AGU, 86(48), Report, 499-500.*
  5. *Gerlach, T. M., McGee, K. A., and Doukas, M. P. (2005) Emission Rates, Pre-eruption Gas-Saturation and Ascent Degassing During the 2004-2005 Eruption of Mount St. Helens, Eos Trans. AGU, 86(52), Fall Meet. Suppl., Abstract V52B-07.*

## **МАГМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА И СПУСКОВОЙ МЕХАНИЗМ ИЗВЕРЖЕНИЯ ВУЛКАНА СЕНТ-ХЕЛЕНС – ПОНИМАНИЕ НА ПРИМЕРЕ ПРОИСХОДЯЩЕГО ИЗВЕРЖЕНИЯ**

**Джон Паллистер**

*Вулканологическая обсерватория Каскадных гор, Геологическая служба США*

Восемнадцать лет спустя после куполообразующего извержения, которое закончилось в 1986 г., вулкан Сент-Хеленс возобновил эруптивную деятельность в октябре 2004 г. За последующие полтора года было извергнуто более  $70 \cdot 10^6$  м<sup>3</sup> однородной пористой, раскристаллизованной дацитовой лавы с содержанием SiO<sub>2</sub> = 65%. Дациты 2004-2006 гг. являются наиболее кислыми из всех, извергнутых вулканом за последние 500 лет. Магмы извержения 2004-2006 г. поступали с меньших глубин, чем в 1980-х гг.

Рассмотрены две гипотезы причин вызывающих извержение вулкана: 1) трещина, раскалывающая снизу доверху систему «резервуар-канал», которая была герметичной после кристаллизации магмы; 2) повышение давления в системе вследствие внедрения новых порций магмы. Триггерный механизм оказывает влияние на характер извержения и петрологию его продуктов.

Возможно также, что внедрение магмы из нижней коры или мантии вызвало увеличение давления в более глубоком резервуаре, и это спровоцировало извержение вулкана. По характеру распределения микроэлементов дациты 2004-2006 гг. принципиально отличаются от пород, извергавшихся последние 500 лет, что предполагает внедрение новой магмы в очаг или вовлечение вещества очага, ранее не захваченного извержением. К настоящему времени было найдено крайне мало закаленных мафических включений, а низкие содержания CO<sub>2</sub> и SO<sub>2</sub> свидетельствуют о захвате лишь очень незначительных количеств новой магмы. Вышеперечисленные факторы, хорошая раскристаллизованность дацитов и сопоставимость объемов извергнутых продуктов с объемами смоделированного резервуара магмы, дают основание полагать, что только самая верхняя часть этого резервуара была захвачена текущим извержением.