

УДК 552.52: 541.193

Самедов А. М., д. т. н., проф., Мацюк Н. С., студ., НТУУ «КПИ», г. Киев

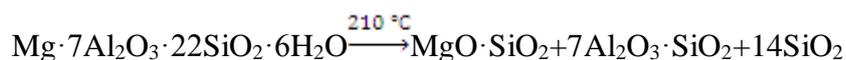
О ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЯХ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ОТ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕПЛОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

От плохо изолированных промышленных печей и тепловых сооружений через фундаменты просачивается высокая температура (более 60 °С) на грунтовое основание и нагревают грунтовую воду до перегретого пара, растворяет соли и несет с собой ионы обладающие каталитическими свойствами во внутривещное пространство горной породы. Водный раствор, несущий с собой химически активные катализаторы, которые реагируют на тепловые эффекты, обладает высокой теплоемкостью и энтальпией диссоциации быстро разлагающихся минералов из состава горных пород. Такими минералами являются некоторые породобразующие минералы, такие как *полевые шпаты (натриевые или калиевые), слюды, карбонаты, сульфаты и железисто-магнезиальные минералы*. Водяной раствор в перегретой форме, относится к гидротермальным условиям, которые действуют на многие горные породы как щелочная среда, а в присутствии кислоты HCl, H₂SO₄, H₃PO₄ и т. д., вызывают химические эрозии в каменных материалах. Например 10-% водная эмульсия соляной кислоты HCl вызывает в известняках CaCO₃ и доломитах CaCO₃, MgCO₃ быстрое «скипение» и разложение с обильными выделениями газа CO₂ по следующей реакции:



Многие горные породы, такие как *монтмориллонитовые глины Al₂Si₄O₁₀·(OH)₂·nH₂O, сапонит MgO·7Al₂O₃·22SiO₂·6H₂O, мусковит K₂O·3Al₂O₃·6SiO₂·2H₂O, бейделит (гидроксил) Al₃Si₃O₉·(OH)₂·nH₂O, природный гипс CaSO₄·2H₂O, лимонит FeO₃·H₂O, вермикулит (Mg, Fe)₃·(Si, Al)₄·O₁₀(OH)₂·nH₂O, каолинит Al₂O₃·2SiO₂·2H₂O* и т. д., содержат в составе химически связанные воды, в которых при высокой температуре, эти воды из перечисленных горных пород, удаляются за счет испарения и происходит термическая диссоциация, изменяется модификация и фаза, а также образуются новые виды минералов.

Например, при нагревании *сапонита* до 210 °С образуется минерал *клиноенстатит* Mg·SiO₂, *силлиманит* 7Al₂O₃·SiO₂, *кварц* SiO₂ и *водяной пар* 2H₂O↑ по химической реакции:



(α-модификация) + 6H₂O↑(пар)

Под давлением паров воды с добавками K, Na, Ca, Mg при 250÷500 °С в течении 3 часов *каолинит* разлагается образуя разнообразные *слоистые силикаты-слюды, монтмориллониты*, смешаннослойные образования; происходит *трансформация двухслойной структуры в трехслойную* без существенного разрушения тетраэдрических и октаэдрических сеток.

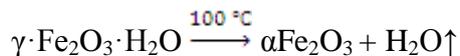
При гидротермальных условиях в горных породах могут быть фазовые переходы, взаимные преобразования и трансформация в другие виды минералов.

Например, *слюда* → *корунд* → *полевой шпат* + H₂O и *слюда* + *кварц* → *андалузит* + *полевой шпат* + H₂O и т. д.

При гидротермальных условиях с температурой 410 °С из состава *мусковита* KAl₂[AlSi₂O₁₀](OH)₂·nH₂O испаряется химически связанная вода и образуются новые минералы – *лейцит* K₂O·Al₂O₃·4SiO₂, *кианит* 2Al₂O₃·SiO₃ и *перегретый водяной пар* H₂O↑ по реакции:



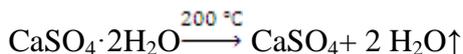
При гидротермальных условиях нагрева 100 °С *лимонит* теряет химически связанную воду, и окись железа активизируется, изменяет свои модификации от γ -модификации переходит к α -модификации Fe_2O_3 и выделяется водяной пар по химической реакции:



Природный двухводный гипс при нагревании до 110 °С превращается в *полуводный активный гипс* и выделяется водяной пар по химической реакции:

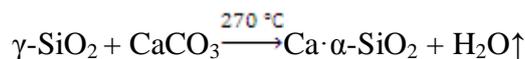


а при 200 °С теряет воду полностью и превращается в продукт *ангидрида* по реакции:



Разные горные породы содержат разное количество химически связанной воды. Например, максимальная гигроскопичность каолиновой глины лишь немного превышает 1%, а монтмориллионитовой может приближаться к 40%.

Под действие гидротермальных условий, некоторые минералы scomпонируются, изменяют свои модификации, претерпевают к взаимодействующим химическим реакциям и образуют новые соединения. Например, при нагревании до 270°С *кварца* γ -модификации с *известняком* CaCO_3 , нагретый кварцевый песок изменяют свои γ -модификации $\gamma\text{-SiO}_2$ и дает продукт *однокальциевый силикат* α -модификацией, как твердеющий минерал и газ $\text{CO}_2\uparrow$ по химической реакции:



Таким образом, гидротермальные условия создают фазовые превращения у многих горных пород.

Из вышеприведенного можно сделать следующие выводы:

1. Гидротермальные условия, высокая температура, давления внешней сферы резко изменяют физико-механические свойства грунтов.
2. При гидротермальных условиях у многих горных пород протекают фазные изменения (один вид горной породы начинает переходить в другой).
3. Гидротермальные условия и температура окружающей среды изменяют модификации многих горных пород и активируют их к химическому соединению, например, многие горные породы являются в виде γ -модификации (инертным материалом) при воздействии гидротермальных условий и высоких температур, они активируются и переходят к β - или α -модификациям и могут химически соединиться с другими минералами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Злочевская Р. И. Связанная вода в глинистых грунтах. М.: Изд-во МГУ, 1969.
2. Никольская Н. К., Котов Н. В., Франк-Каменецкий В. А., Гойло Э. А. Гидротермальные преобразования каолинита в железосодержащих средах при повышенных $P_{\text{H}_2\text{O}}$ -Т-параметрах. –Вестник ЛГУ. Геология, география 1985, №14.-С.8÷14.
3. Кисельева И. А., Остапенко Г. Т., Огородова Л. П. и др. Равновесие между андализитом, кианитом, силлиманитом и муллитом. – Геохимия, 1983, №9, с.1247÷1256.
4. Шведенков Г. Ю., Шведенкова С. В., Дашевский Ю. А., Калинин Д. В. О фазовых равновесиях в системе мусковит-парагонит-щелочные полевые шпаты- H_2O - CO_2 . –Геология и геофизика, №1, с.80÷86.
5. Шведенков Г. Ю., Белянкина Е. Д. Роль слюд в геохимическом круговороте вещества. – Изв. АН-СССР, сер.геол., 1983; №1, с 76÷84.