

УДК 624.131(39)

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК СЖИМАЕМОСТИ ЗАГИПСОВАННЫХ ГРУНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ

Хомутов Е. И.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Преснов О.М.

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

В засоленных грунтах водорастворимые соли встречаются обычно в рассеянном виде, а также в виде кристаллов и друз. В соответствии с принятой классификацией грунты считаются засоленными при содержании воднорастворимых солей 2 %. При большем содержании водорастворимых солей они существенно влияют на физико-механические свойства пород.

Важнейшим свойством минералов простых солей, входящих в состав засоленных песчаных грунтов, является их растворимость, зависящая от энергии кристаллической решетки. Чем больше энергия электростатического притяжения между молекулами кристаллической решетки, тем меньше взаимодействие с молекулами воды, т.е. тем меньше растворимость солей.

Основную массу растворимых солей образует сравнительно небольшое число катионов и анионов Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , H^+ , Cl^- , SO_4^{2-} . Рассмотрим растворение простых минералов сульфата кальция: содержащего две молекулы воды $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (гипс) и безводного CaSO_4 (ангидрид).

Гипс — сернокальциевая соль с двумя молекулами химически связанной воды ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), которая может быть частично или полностью удалена нагреванием. В воде растворяется в небольших количествах: в 1 литре воды при 0°C растворяется 2,256 г., при 15°C - 2,534 г., при 35°C - 2,684 г.; при дальнейшем нагревании растворимость опять уменьшается. Кислотами при обыкновенной температуре гипс не разлагается; в кипящей соляной кислоте растворяется с образованием хлористого кальция. Сравнительно легко растворяется в водном растворе гипосульфита ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$).

Кристаллы двуводного гипса ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), принадлежащие к моноклиальной системе, иногда микроскопически мелкие, иногда же очень крупные. В чистом виде они прозрачны и бесцветны, придают в массе белый цвет, иногда могут быть окрашены примесями красного, желтого, бурого и даже черного цветов. Твердость гипса - средняя между твердостью талька и известкового шпата. Удельный вес – 2,2-2,4 г/см³. Шпатовый гипс, или селенит, реже других встречаемый, почти прозрачен, его пластинки в древности служили в качестве оконных стекол.

Чистый гипс имеет следующий химический состав: CaO - 32,6 %; SO_3 - 46,5%; H_2O - 20,9%. Помимо кристаллизационной воды, гипс содержит также гигроскопическую влагу (влажность), сорбируемую как на поверхности гипсового камня, так и в его порах.

Строение кристаллической решетки гипса слоистое, оно характеризуется строго однозначным расположением атомов; две анионные группы SO_4^{2-} , связанные с ионами Ca^{+2} , образуют двойные слои, между которыми расположены молекулы воды. Каждый ион Ca^{+2} окружен шестью ионами кислорода из анионов SO_4^{2-} и двумя молекулами воды. Каждая молекула воды связывает ион Ca^{+2} с одним ионом кислорода того же двойного слоя и с одним ионом кислорода соседнего двойного слоя.

Гипс растворяется в соляной кислоте и частично в воде. Растворимость гипса в воде зависит от температуры раствора (см. табл. 1). Минусом соляной кислоты в качестве растворителя при определении суффозии является ее отрицательное действие на металлические детали компрессионного прибора, используемого в эксперименте.

Таблица 1.

Растворимость гипса в воде в зависимости от температуры

Температура, °С	0	18	40	100
Концентрация гипса в растворе, г/л	1,7	2,0	2,1	1,7

Ангидрит — тот же гипс, но безводный; отличается от двухводного большей твердостью (3-3,5 балла по шкале Мооса) и большим удельным весом (2,8-3,0 г/см³), а от известкового шпата, с которым его кристаллы сходны по виду, — тем, что не вскипает с кислотами. Кристаллы принадлежат к ромбической системе и обыкновенно мельче, чем у гипса. Мелкозернистый ангидрит еще более, чем алебастр, пригоден для скульптурных работ, так как, будучи более твердым, он хорошо принимает полировку. Такой камень красивого голубоватого цвета, выламываемый близ м. Вольпино в Ломбардии, получил название вульпинита.

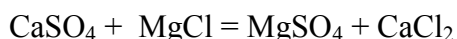
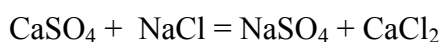
Ангидрит, так же как и гипс, относится к классу сульфатов, но, в отличие от гипса, представляет собой безводный сульфат кальция, соответствующий формуле CaSO₄.

Химический состав чистого ангидрита следующий: CaO – 41,2%; SO₃ – 58,8%.

Он растворяется в серной кислоте, частично в соляной кислоте и очень слабо в воде. Во влажной среде безводный ангидрит медленно поглощает воду и перекристаллизовывается в двухводный гипс: CaSO₄ + 2H₂O → CaSO₄ • 2H₂O

Растворение гипса (ангидрита) – это непосредственное взаимодействие воды и сульфата кальция, насыщение наступает, когда энергия гидратированного иона станет равна энергии иона в решетке. Обычно такое растворение сопровождается небольшим тепловыделением (не всегда и не для всех солей). Основным фактором влияния при этом является температура.

Процесс растворения солей зависит и от свойств растворителя (воды), его минерализации, состава и pH-среды. Так, растворимость гипса возрастает с увеличением содержания в воде солей хлористого натрия и магния. В дистиллированной воде растворимость гипса составляет 2 г/л, а в высококонцентрированных растворах NaCl (100 г/л) или MgCl (200 г/л) растворимость гипса увеличивается соответственно до 6,5 и 10 г/л. Гипс хорошо растворяется в щелочах и соляной кислоте. С ростом концентрации раствора щелочи от 0,1 н. до 1 н. растворимость гипса резко возрастает. Таким образом, в зависимости от минерализации и состава растворителя скорость растворения гипса может изменяться в широких пределах, что необходимо учитывать при его выщелачивании из породы.



Таким образом, в процессе проведения компрессионно-фильтрационных испытаний в засоленных и загипсованных грунтах наиболее оптимальными растворителями, не влияющими на металлические детали компрессионного прибора и максимально ускоряющими время проведения опыта, будут растворы NaCl и MgCl, с помощью которых среднерастворимые соли (гипс и ангидрит) в результате реакций обмена переходят в сильнорастворимую соль CaCl₂, не выпадающую в осадок.