**Биосиликатизация песков**

***Сычев А.А.***

3 курс, кафедра инженерной и экологической геологии

Научный руководитель: Королев В.А.

В последние десятилетия в мире всё более широкое применение в разных областях приобретают биотехнологии, в том числе – основанные на использовании микроорганизмов. Целью исследования являлось изучение возможностей метода биосиликатизации – нового способа закрепления песков с использованием силиката натрия (Na2O.SiO2) и раствора, содержащего уробактерии – палочку Пастера (*Sporosarcina pasteurii*), выступающих в качестве «отвердителя» жидкого стекла, с различной концентрацией питательного вещества – мочевины (карбамида).

Используя раствор уробактерий с первоначальной концентрацией карбамида в нем 11 г/л, были приготовлены 10 растворов с концентрациями карбамида 1, 2, 5, 11, 17, 24, 31, 36, 42, 48 г/л. Пробы помещались в пластмассовые стаканчики и закрывались герметично крышкой для предотвращения испарения, и оставлялись в температурных условиях лаборатории при 24оС. Бактерия использует карбамид как источник энергии и продуцирует аммиак и углекислый газ, который затем может выступать в качестве отвердителя жидкого стекла согласно следующим реакциям:

[*Sporosarcina pasteurii*]+ (NH2)2CO + H2O = 2NH3↑ + CO2↑

NH3↑ + H2O=NH4OH

Образующийся гидроксид аммония повышает щелочность раствора, поэтому активность жизнедеятельности бактерий можно легко оценить по замерам рH – чем рH больше, тем выше активность метаболизма бактерий.

В соответствии с этим в приготовленных образцах растворов измерялись их pH в течении 312 часов. После этого отбирались образцы с наиболее высокими показателями pH (9,12-9,19) – это образцы с концентрациями 5, 11, 24, 36 и 42 г/л карбамида, и затем смешивали эти растворы с жидким стеклом, так чтобы плотность получившегося закрепляющего раствора была равна 1,13 г/см3. Закрепляющие растворы вносились в песок при полном заполнении пор, после чего смесь укладывалась в стаканчики высотой 3 см и диаметром 1,5 см. Приготовленные таким образом стаканчики ставили в эксикатор с водой, чтобы они твердели без доступа углекислого газа во влажной атмосфере. Затем закрепленные образцы подвергались испытаниям на одноосное сжатие на системе АСИС для определения их физико-механических свойств: деформационных и прочностных.

По полученным графикам зависимости относительной вертикальной деформации от напряжения и зависимостям модулей общей и упругой деформации, а также временного сопротивления сжатию от концентрации карбамида в растворе выяснилось, что разрушение всех образцов хрупко-пластичное. Максимальное временное сопротивление одноосному сжатию оказалось равно 0,06 МПа для всех образцов за сутки твердения, однако резко возрастает до 0,1 МПа для образцов с концентрацией карбамида 42 г/л. За 5 суток твердения прочность увеличилась до 0,25 МПа. Модули общей и упругой деформации также резко возрастают при концентрации 42 г/л. Такие высокие значения деформационных и прочностных характеристик для образца с концентрацией карбамида в растворе 42 г/л объясняется скорее тем, что в качестве отвердителя выступает и сам растворенный карбамид, а не только выделяемый бактериями аммиак.

Таким образом, исследованный способ биосиликатизации песка показал, что он может найти применение в современной технической мелиорации для закрепления грунтов. Продукты метаболизма уробактерий *Sporosarcina pasteurii* выполняют роль отвердителя при биосиликатизации. Дальнейшие исследования возможностей данного метода следует проводить для выявления оптимальных условий жизнедеятельности уробактерий и повышения эффективности закрепления песчаных грунтов.