

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГЛОЩАЮЩИХ СВОЙСТВ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПЕСЧАНОГО ГРУНТА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГЕОХИМИЧЕСКОГО БАРЬЕРА ПОД ПОЛИГОНЫ ХРАНЕНИЯ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Маликова Т.В.,

магистрант МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация

Научный руководитель – Родькина И.А., канд. геол.-минерал. наук, научный сотрудник

Ключевые слова. Геохимические барьеры, Pb, динамическая сорбция, pH, техническая мелиорация грунтов.

Keywords. Geochemical barriers, Pb, dynamic sorption, pH, technical soil reclamation.

Наиболее опасным химическим элементом является Pb, поступающий в грунты от полигонов хранения твердых коммунальных отходов. Наилучшей поглощающей способностью по отношению к Pb обладают глинистые грунты и органические вещества, в то время как песчаные грунты практически не способны к его поглощению. Поэтому перспективной является разработка методики создания геохимического барьера по отношению к свинцу на основе модифицированного песчаного грунта.

Целью работы является изучение поглощающей способности песчаных грунтов с добавлением глинистого вещества и органического вяжущего (крахмала) по отношению к свинцу. В процессе работы также проводилось измерение pH и Eh отобранного фильтрата для выявления закономерностей между полученными значениями и количеством поглощенного грунтом свинца.

Материал и методы. Для исследования поглощающей способности был создан модельный грунт на основе 100 г мелкого кварцевого песка, 10 г монтмориллонитовой глины и 10 г крахмала. Изучение проводилось путем динамической фильтрации. Через модельный грунт мощностью 10 см, находящийся в фильтрационной колонне, пропусклся раствор нитрата свинца $Pb(NO_3)_2$ с концентрацией Pb 1,25 г/дм³. Отбор фильтрата проводился по 100 см³ каждые 2 часа 48 минут.

Определение pH и Eh растворов проводилось потенциометрически на приборе pH-150 в соответствии с ГОСТ Р 51232-98: электрод сравнения ЭВП-1М4, измерительный электрод ЭСЛ 45 11, крутизна электродной функции 58,25.

Точка нулевого заряда грунта $pH_{ТНЗ}$ – это значение pH, при котором общий заряд поверхности частиц грунта равен нулю. В работе определение $pH_{ТНЗ}$ проводилось для модифицированного песчаного грунта как до процесса фильтрации, так и после для сравнения значений $pH_{ТНЗ}$ до и после сорбции ионов свинца. Для определения $pH_{ТНЗ}$ использовался метод кислотно-основного титрования грунта на фоне растворов электролита разных концентраций [3]. В качестве титрантов применялись кислота HNO_3 и щелочь KOH, в качестве электролита – растворы NaCl с концентрациями 0,5 М, 0,1 М и 0,01 М.

Емкость катионного обмена грунта определялась для модельного грунта (песок, глина, крахмал) и для песка, модифицированного только киловой глиной. Определение проводилось по методу, основанному на насыщении грунта ионом натрия с последующим его определением гипсовым методом [1].

Определения концентрации свинца в растворах проводились на атомно-абсорбционном спектрометре «Квант Z.ЭТА», производство НПО «КОРТЭК» г. Москва. Метод атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС) основан на явлении резонансного поглощения света свободными атомами (атомным паром) определяемого элемента.

Результаты и их обсуждение. На основании измеренных значений pH фильтрата была выявлена зависимость между pH и количеством отобранного фильтрата. По прошествии определенного количества времени pH фильтрата понижается от 7–8 до 5–6 единиц, что соответствует pH исходного раствора $Pb(NO_3)_2$, что свидетельствует о завершении процесса поглощения грунтом Pb (см. рисунок). Зависимости между значениями Eh фильтрата и его отобранном количеством выявлено не было, что вероятно связано с деятельностью живых организмов, попавших на грунт или в фильтрационную колонну.

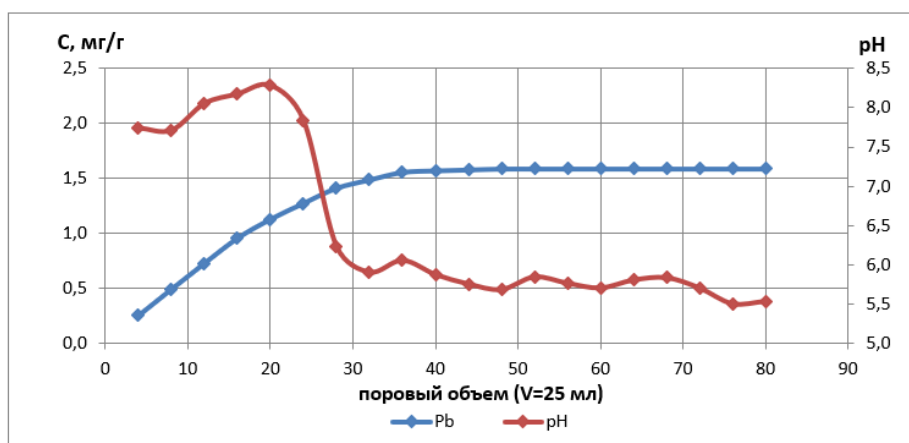


Рисунок – График поглощения свинца модифицированным грунтом.

Значения $pH_{\text{ТНЗ}}$ 8,5 до поглощения и 6,25 единиц после поглощения соответствуют измеренным значениям pH фильтрата и общему поведению грунта при поглощении Pb.

Измерение ЕКО грунта показало, что поглощение модельным грунтом свинца не зависит от его значения ЕКО (0,07 мг-экв/100 г для всего модельного грунта и модельного грунта без учета крахмала), следовательно, сорбция свинца происходит не в обменном комплексе грунта, а в более прочных центрах.

По результатам измерения концентрации, поглощенного модельным грунтом Pb было получено значение поглощающей способности 1,96 мг/г. При этом созданный грунт мощностью 10 см удерживал Pb с концентрацией 1,25 г/дм³ на протяжении 35,5 часов. Максимальное количество поглощенного свинца глиной и крахмалом составляет 11,76 мг/г, что сильно меньше значений, полученных при исследовании поглощающей способности аналогичных грунтов в условиях статической сорбции (в среднем 48,24 мг/г [2]).

Закключение. Таким образом, в данной работе была изучена поглощающая способность песчаного грунта, модифицированного глинистым грунтом (монтмориллонитом) и органическим вяжущим (крахмалом) по отношению к свинцу. Была выявлена зависимость между значением pH раствора и количеством поглощенного свинца в условиях динамической сорбции (поглощение грунтом ионов Pb приводит к изменению pH фильтрата). Определение значений Eh фильтрата показало, что на величину Eh вероятно влияют живые организмы. Полученные значения $pH_{\text{ТНЗ}}$ удовлетворяют общей закономерности поведения pH раствора. По данным измерения емкости катионного обмена было выяснено, что поглощение катионов свинца не зависит от значения емкости катионного обмена грунта (0,072 мг-экв/100 г для смеси песчаного и глинистого грунта и 0,069 мг-экв/100 г для смеси песчаного грунта, глинистого грунта и крахмала), следовательно, поглощение свинца происходит с образованием более прочных комплексов. Максимальное количество поглощенного таким грунтом свинца при исходной концентрации свинца в растворе 1,25 г/л составляет 1,96 мг/г. Максимальное количество поглощенного свинца без учета массы песка (поглощение глиной и крахмалом) составляет 11,76 мг/г, что сильно меньше значений, полученных при исследовании поглощающей способности аналогичных грунтов в условиях статической сорбции.

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв – М.: МГУ – 1971. – 244 с.
2. Ковалевская А.И. Создание сорбционных барьеров по отношению к свинцу на основании глинистых грунтов, модифицированных органическими вяжущими: тезисы докладов международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2022», секция «Экологическая геология», Москва, 11-22 апреля 2022 г. / МГУ им. М.В. Ломоносова. – С. 1.
3. Соколова Т.А., Трофимов С.Я. Сорбционные свойства почв. Адсорбция. Катионный обмен – Тула: Гриф и К – 2009. – 172 с.