

Зависимость буферной способности почв по отношению к нефтяному загрязнению от структуры порового пространства

д.х.н. М.В. Зильберман, Е.А. Порошина, Е.В. Зырянова.
ФГУ УРАЛНИИ «ЭКОЛОГИЯ», ПЕРМЬ

В настоящее время в промышленных регионах России загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами стало одним из наиболее часто встречающихся факторов негативного антропогенного воздействия на окружающую среду. Сокращение экологических потерь связанных с этим фактором требует проведение комплекса работ по рекультивации загрязненных территорий, что, в свою очередь приводит к определенным экономическим потерям. При принятии управленческих решений, направленных на минимизацию суммы этих потерь (экологических и экономических) необходимо четкое представление о допустимом уровне остаточной концентрации нефтепродуктов в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ.

С экологической точки зрения допустимую остаточную концентрацию нефтепродуктов в почве можно определить как концентрацию, которая допускает устойчивое существование на загрязненной территории экологической системы, обеспечивающий близкий, по сравнению с незагрязненной территорией, уровень фитопродуктивности.

Мера воздействия загрязняющих почву нефтепродуктов на биологические объекты определяется не только концентрацией, но и взаимодействием этих нефтепродуктов с абиотическими компонентами почвы. Последнее взаимодействие обусловлено в первую очередь адсорбцией нефтепродуктов на поверхности твердой фазы почвы. С этой точки зрения характеристики порового пространства почвы представляются важной характеристикой, определяющей допустимое остаточное содержание нефтепродуктов. Таким образом характеристики порового пространства почвы должны определять ее буферную способность по отношению к загрязнению нефтепродуктами.

Характеристики порового пространства тесно связаны с важнейшими физическими характеристиками почв, а именно, с влагоудерживающей способностью и влагопроводностью.

Обычно влагоудерживающую способность представляют в виде зависимости влажности почвы от осмотического матричного потенциала воды, содержащейся в поровом пространстве. Эти зависимости носят название основной гидрофизической характеристики (ОГХ).

К настоящему времени разработано множество математических моделей, описывающих ОГХ. Эти модели условно могут быть разделены на две группы. Первая

группа представлена эмпирическими уравнениями с тем или иным числом параметров (обычно от 2 до 5). Ко второй группе можно отнести модели, обеспечивающие кусочно-гладкие аппроксимации определенного набора экспериментальных данных. Отметим, что эти модели, как правило, не содержат прямой связи с представлениями о структуре порового пространства почвы.

В настоящей работе показано, что, используя относительно простые представления о характере распределения пор по размерам, можно получить удовлетворительные описания ОГХ.

Для определения свойств порового пространства воспользуемся представлением об эквивалентной структуре, в которой все поры имеют одинаковую форму (цилиндрическую) и имеется некоторое распределение этих пор по размерам.

В этом случае каждому матричному потенциалу воды будет влажность, определяемая объемом порового пространства с радиусом пор не превышающим значение, для которого капиллярное поднятие жидкости равно данному матричному потенциалу.

Нами была проанализирована возможность аппроксимации распределения пор по размерам с помощью Гамма-функции. При этом было показано, что кривые ОГХ, вычисленные исходя из этого предположения, приобретают ряд особенностей, характерных для экспериментальных кривых. Это касается вырожденного участка на «влажном» конце кривой и степенной зависимости влажности от матричного потенциала на «сухом» участке.

Модельные расчеты показали, что качество аппроксимации предложенной модели ОГХ не уступает традиционным моделям. В то же время предложенная модель (в отличие от традиционных) позволяет оценить параметры распределения пор по размерам. Исходя из параметров распределения пор по размерам, можно оценить средний и среднеквадратичный размер пор. При этом первая характеристика определяет величину удельной поверхности порового пространства, а вторая – коэффициент фильтрации.

Апробация предложенной модели на известных экспериментальных данных показала, что оценки удельной поверхности хорошо коррелируют с содержанием в почвах «физической» глины. Показана линейная корреляция величин коэффициентов фильтрации и оценок среднеквадратичного радиуса поры.

Получены эмпирические зависимости параметров распределения пор по размерам от гранулометрического состава почв.

В отдельных экспериментах нами было показано, что количественная мера воздействия загрязнения почвы нефтепродуктами на ее фитопродуктивность определяется

удельной поверхностью почвы, рассчитанной с использованием вышеупомянутой эмпирической зависимости.

Таким образом, в результате проведенных работ получены модельные представления, позволяющие оценить буферную способность почв по отношению к нефтепродуктам по данным гранулометрического анализа почвенного образца.