

УДК 631.4

ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОСЛЕПОЖАРНЫХ ПОЧВ

© 2014 Е.Ю. Максимова^{1,2}, Г.С. Быкова³, Е.В. Абакумов^{1,2}

¹ Санкт-Петербургский государственный университет

² Институт Экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

³ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Поступила 23.05.2014

В работе рассмотрены физические свойства почв после прохождения пожаров 2010 г. в сосновых борах г. Тольятти. Приводится характеристика почв по гранулометрическому составу и сравнение этих данных, определенных двумя методами – методом седиментометрии и лазерной дифракции. Выявлено, что метод седиментометрии дает более высокие значения по содержанию илистой фракции в связи с недооценкой плотности и влиянием органического вещества почв. Определение краевого угла смачивания почв (КУС) показало повышение гидрофобности верхних горизонтов под влиянием пожаров, в особенности в результате верхового пожара.

Ключевые слова: гранулометрический состав, краевой угол смачивания, удельная поверхность твердой фазы, лесные пожары, пирогенные изменения почв

ВВЕДЕНИЕ

Пожары – один из основных дестабилизирующих факторов естественной динамики лесов. Они вносят существенные изменения в структуру и динамику лесных сообществ [2]. Лесные пожары оказывают как прямое (пиролиз), так и огромное косвенное влияние на лесные биогеоценозы, поскольку они приводят к деградации природных экосистем, потере биологического разнообразия. Происходящая при этом смена коренных сообществ производными неизбежно сопровождается упрощением флористического состава и унификацией растительного покрова, снижением экологической емкости ландшафтов, уменьшением количества биотопов и растительной биомассы [8].

Влияние пожаров на почву может осуществляться несколькими способами: непосредственное воздействие высоких температур на твердую фазу почв; одновременное поступление на поверхность значительного количества золы, образовавшейся при минерализации подстилки и других горючих материалов; изменение структуры и качества органического вещества; смена одних растительных сообществ другими. Поэтому в результате пожаров существенно изменяются физико-химические свойства, механический состав, эдафические условия, водно-воздушный режим и гидротермический ре-

жимы, а также микробиологические, биохимические и биологические свойства почв [2, 6, 7, 8].

Много внимания уделяется проблеме постпирогенного изменения почв, их свойств, режимов и функций в бореальном поясе. Разнообразные исследования посвящены вопросам пирогенной трансформации водного режима, растительности и лесных ландшафтов в целом [2, 6, 7, 18]. Однако данные об аналогичных исследованиях по изучению пирогенной трансформации суббореальных ландшафтов (а именно, островные сосновые массивы в лесостепной зоне) в литературе встречаются крайне редко. Основными направлениями в изучении данной темы являются исследования по постпирогенной трансформации растительного покрова. Как известно, физические свойства почвы являются важнейшей характеристикой, определяющей многие свойства и режимы, включая водные и тепловые, поглотительную способность, трансформацию веществ и плодородие. Поэтому, изучение физических свойств пирогенно-измененных почв позволит расширить представления о механизмах пирогенной трансформации лесостепных ландшафтов.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Лесные пожары — стихийное бедствие, которое ежегодно обрушивается на наши леса, причем происходит рост как пройденной площади, так и погубленного леса на один пожар. Ежегодная география лесных пожаров существенно не меняется. Основной период действия природных пожаров на территории Российской Федерации приходится с апреля по октябрь [11].

В последней декаде июня-первой половине августа 2010 г. в России наблюдался продолжительный период аномально жаркой погоды. В связи с крайне высокими показателями сухости воздуха, лесной подстилки и скорости ветра пожары 2010 г. отличались исключительно быстрым и сплошным распространением. Они носили тотальный харак-

Максимова Екатерина Юрьевна, магистр почвоведения, инженер-исследователь кафедры прикладной экологии СПбГУ, соискатель лаборатории фиторазнообразия Института Экологии Волжского бассейна РАН, doublemax@yandex.ru; *Быкова Галина Сергеевна*, студентка кафедры физики и мелиорации почв МГУ им. М.В. Ломоносова, bykovags@gmail.com; *Абакумов Евгений Васильевич*, доктор биологических наук, старший преп., с.н.с. кафедры прикладной экологии СПбГУ, с.н.с. лаборатории фиторазнообразия Института Экологии Волжского бассейна РАН, e_abakumov@mail.ru

тер, охватывая все ярусы насаждений, лишь местами (ночью или при ослаблении ветра) переходя в интенсивный низовой пожар [10].

Жаркая погода установилась практически на всей европейской территории России, Украине, в Восточной Европе в середине июня.

Исследования пирогенных изменений почв проводились в течение 2010-2013 гг. на постоянных пробных площадях Ставропольского бора при Институте экологии Волжского бассейна РАН г. Тольятти Самарской области, расположенных на дюнных холмах бассейна Куйбышевского водохранилища. Подробные сведения о растительном покрове этой территории и воздействия на него пирогенного фактора можно полупить из обзорных работ [19-25].

Объектом исследования были постпирогенные и фоновые почвы степных островных сосновых боров в районе г. Тольятти Самарской области, которые подверглись воздействию катастрофических лесных пожаров в 2010 г. Для оценки последствий пожаров в этих насаждениях были выбраны гари разного типа пожара – верхового, низового и, соответственно, не пройденные пожаром контрольные сосняки. На всех выбранных пробных площадях были заложены трансекты, где описывали элементы микрорельефа и закладывали не менее 3-х почвенных разрезов. Образцы почвы отбирали по горизонталю.

Целью работы было определение водно-физических свойств почв, подвергшихся влиянию лесных пожаров 2010 г. в Самарской области. Задачами исследования были определение гранулометрического состава, плотности твердой фазы, удельной поверхности и краевого угла смачивания (КУС) почв, а также содержания органического вещества и гигроскопической влажности почв для установления тех или иных закономерностей.

Общая аналитическая характеристика почв включала определение химических, физических и физико-химических параметров почв по общепринятым методикам [5, 14]. Показатели удельной поверхности почв и плотности твердой фазы определяли в соответствии с методикой О.Г. Растворовой [13].

Для выявления степени полидисперсности почв определение гранулометрического состава почв проводили двумя способами с предварительной пирофосфатной пептизацией микроагрегатов: седиментометрическим методом [13] и методом лазерной дифрактометрии. При определении гранулометрического состава вторым методом использовался универсальный лазерный дифракционный анализатор размера частиц SALD-2201 фирмы Shimadzu (Япония) с емкостной кюветой. С его помощью возможно определение содержания частиц размером от 1000 до 0,030 мкм (от 1,00 до 0,00003 мм). Фракцию 1–0,25 мм улавливали механическим путём, используя сито с диаметром ячейки 0,25 мм

и проводя дальнейшее высушивание и взвешивание. Результаты дифрактометрического определения приводили к размерности фракций по Качинскому [13].

Определение краевого угла смачивания почв было проведено с помощью прибора Drop Shape Analysis System DSA100 (KRUSS, Германия) на базе кафедры физики и мелиорации почв МГУ им. М.В. Ломоносова. Пробоподготовка была выполнена в соответствии с методом, предложенным Г.С. Быковой, 2014 [3]. В качестве тестируемой жидкости была использована вода, которая подавалась на поверхность подготовленных образцов каплями объемом 0,003 мл. Прибор записывал видео с момента подачи капли на поверхность и ее дальнейшее впитывание. Затем выбиралось изображение, фиксирующее момент полного соприкосновения капли с поверхностью почвы, и с помощью соответствующей компьютерной программы проводилась базовая линия на месте границы твердой и жидкой фазы, после чего программа автоматически рассчитывала КУС.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Одной из важнейших характеристик физических свойств почв является гранулометрический состав почв. Любая количественная характеристика почвы обычно начинается с оценки и характеристики ее гранулометрического состава [16]. Тонкие фракции играют особую роль в послепожарных ландшафтах в связи с их распределением по профилю и в ландшафте. В частности, наиболее существенную роль играет фракция ила, поскольку ее содержание является важной характеристикой гидрофизических свойств почвы [9]. Для оценки содержания тонких фракций есть классический метод (пипет-метод Качинского), подходящий для всех природных почв. Однако в последнее время в почвенных лабораториях для определения гранулометрического состава стали использоваться лазерные дифрактометры. Многие авторы сравнивали результаты исследований гранулометрического состава почв методами седиментации и лазерной дифрактометрии и получали весьма существенные расхождения между полученными данными [9, 15, 16]. Однако интерпретируются они по-разному, а накопленного фактического материала по этому вопросу еще недостаточно. Поэтому было решено исследовать гранулометрический состав постпирогенных почв двумя методами – седиментометрическим и дифрактометрическим.

Самый распространенный седиментационный метод определения гранулометрического состава – в модификации Н.А. Качинского – проводится в несколько этапов: от растирания образца с обработкой химическими реагентами для удаления веществ, способствующих адгезии почвы (пирофосфат натрия), до непосредственного отбора проб суспензии пипеткой через фиксированные проме-

жутки времени и с определенной глубины. При проведении седиментационного анализа размер и количество элементарных почвенных частиц определяются в зависимости от скорости их оседания в воде и рассчитываются по уравнению Стокса.

При выполнении настоящего исследования использовался универсальный лазерный дифракционный анализатор размера частиц SALD-2201 фирмы Shimadzu (Япония). Важными особенностями изучения гранулометрического состава с помощью метода лазерной дифрактометрии являются высокая скорость работы и возможность выбирать произвольные диапазоны отображения результатов для исследуемого образца для конечного вывода данных.

Суть определения размера частиц на лазерном дифрактометре состоит в том, что частицы определенного размера рассеивают свет под данным углом. Угол дифракции обратно пропорционален размеру частиц, и интенсивность дифрагированного пучка для определенного угла является мерой числа частиц с конкретной площадью поперечного сечения, которые лежат на пути оптического луча. Многие авторы [1, 9] подчеркивают плюсы использования лазерной дифрактометрии для оценки гранулометрического состава почв, такие как быстрота анализа и воспроизводимость результатов, единственный анализ для получения широкого диапазона распределений размера частиц, небольшое количество образца, необходимом для анализа, детальная информация по распределению фракций (большое число возможных классов), получение результатов сразу в цифровой форме для дальнейшей обработки.

Изученные постпирогенные почвы характеризуются доминированием мелкозема над скелетом за счет песчаной почвообразующей породы (рис. 1). Характер гранулометрического состава мелкозема обусловлен свойствами почвообразующих пород. На всех трех участках преобладающей фракцией является мелкий песок (50-75% при седиментометрии; 56-87% при лазерной дифрактометрии). Содержание частиц < 0,01 мм составляет 9-16% в случае седиментометрии и 1,5-8% – в случае лазерной дифрактометрии. Следует отметить, что для всех изученных почв характерно облегчение гранулометрического состава вниз по профилю, что связано с характером почвообразующих пород – древних аллювиальных волжских песков. На незатронутым пожаром участке наблюдается меньшее содержание фракции крупной пыли (около 5% в верхнем горизонте) по сравнению с почвами на гаях. Определение гранулометрического состава почв показало, что горение несущественно влияет на первоначальное содержание частиц. Содержание физической глины немного больше в почвах, подверженных действию пожаров, по сравнению с контролем, однако эта разница невелика. Что касается различий влияния верхового и низового пожа-

ров, то с помощью метода лазерной дифракции удалось установить, что низовой пожар в некоторой степени изменяет гранулометрический состав почв (содержание песчаных фракций уменьшается, а пылеватых и илистых увеличивается при низовом пожаре по сравнению с верховым и фоновым участком), тогда как верховой пожар не оказывает никакого воздействия. Небольшие различия в процентном содержании отдельных фракций трех участков связаны, видимо, с пространственным варьированием исследуемых площадок.

Что касается минеральных горизонтов, то никакого «спекания» частиц, никакого изменения гранулометрического состава в результате непосредственного действия пожара замечено не было.

При исследовании почв в 2012 г. было установлено, что в целом гранулометрический состав не изменился в течение двух лет, однако наблюдается уменьшение содержания крупных фракций в верхних горизонтах в результате линейной эрозии почв. Результаты гранулометрического состава почв в различных ландшафтно-геохимических позициях показали, что илистая фракция перемещается в аккумулятивные позиции, причем минимальное ее содержание характерно для склоновых позиций.

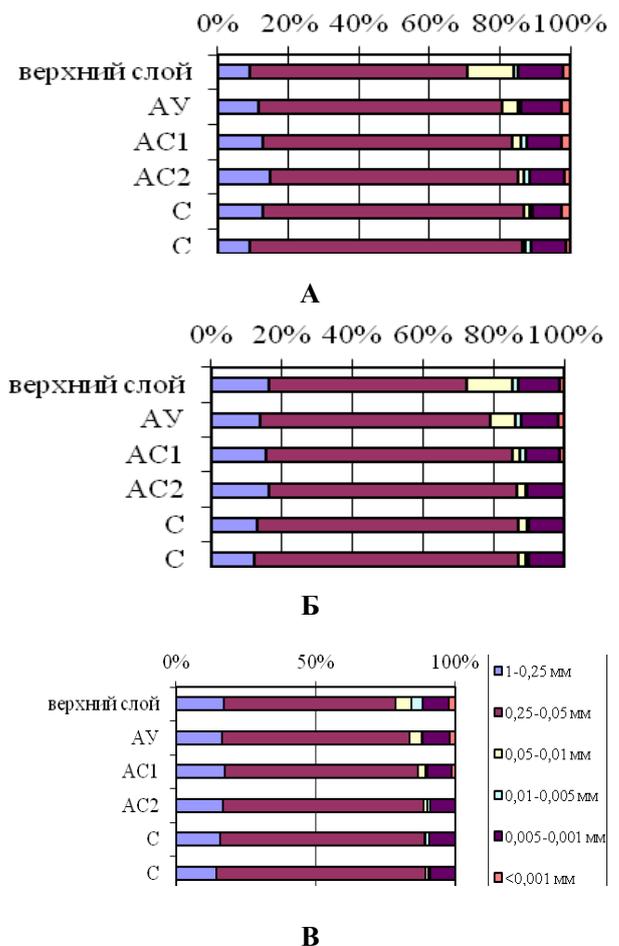


Рис. 1. Гранулометрический состав почв после низового пожара (А), после верхового пожара (Б), фоновой почвы (В)

Для методов лазерной дифракции и седиментационного метода отмечены существенные различия в содержании разных гранулометрических фракций (рис. 2). Так, по результатам лазерной дифракции содержание фракции крупной пыли (0,005–0,001 мм) завышено в 1,3–12,3 раза (по профилю), фракция средней пыли (0,05–0,01 мм) завышена в меньшей степени – в 1,2–7,2 раза. При этом значения мелкой пыли занижено в 1,4–6,3 раза. Фракция крупного и среднего песка (1–0,25 мм) занижена в 1,04–1,5 раза. Для фракции мелкого песка наблюдается расхождение результатов содержания фракции мелкого песка (0,25–0,05 мм), полученных двумя методами, имеет бессистемный характер и вызвано, очевидно, техническими ограничениями прибора. Самое значительное расхождение наблюдается по содержанию фракции ила (размер частиц <0,001 мм) – занижение в 1,2–26 раз. Но содержание фракции физической глины (<0,01 мм) занижено уже только в 1,27–8 раз. Несмотря на то, что содержание фракций ила, крупной и средней пыли в изученных почвах, полученное седиментометри-

ей и лазерной дифракцией, различается в несколько раз, существенной разницы в содержании физической глины, которая является интегральной фракцией, не наблюдалось. По результатам однофакторного дисперсионного анализа (One-Way Anova) достоверны следующие отличия в результатах гранулометрического анализа изученных почв: седиментометрические данные определения ила достоверно отличаются для проб низового пожара от фона и верхового ($F=4,46$, $p=0,03$); для лазерно-дифрактометрических данных по физической глине наблюдаются отличия на уровне статистической тенденции ($F=3,07$, $p=0,07$) между пробами фоновых почв в сопоставлении с двумя вариантами пожаров. Post hoc test также выявил некоторые различия между изученными почвами, а именно: данные по седиментометрическому определению ила для фона отличаются от низового ($p=0,01$) и верхового ($p=0,02$) пожаров; седиментометрические данные по физической глине отличаются для фона только для низового пожара ($p=0,05$), тоже касается и дифракционных данных ($p=0,02$).

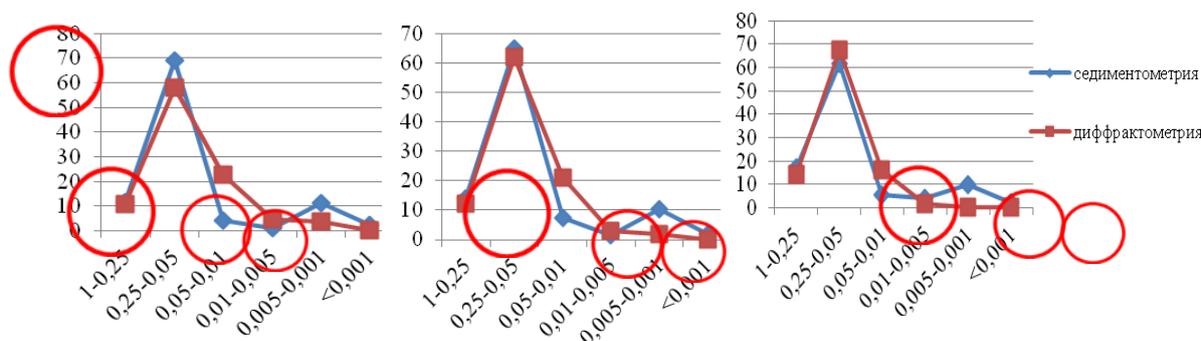


Рис. 2. Различия в содержании фракций гранулометрического состава почв после низового пожара (А), после верхового пожара (Б), фоновой почвы (В)

Изученные почвы относятся либо к классу супесчаных (седиментометрический метод), либо к классу связных и рыхлых песков (лазерно-дифрактометрический метод).

Различия в результатах, полученных двумя методами, можно объяснить разной плотностью частиц, разной формой поверхности частиц, агрегированностью частиц и характером неоднородности поверхности частиц.

При проведении седиментометрического анализа делается ряд допущений, которые принимаются при расчете размера частиц по формуле Стокса и приводят к возникновению систематических ошибок: сферическая форма частиц, отсутствие турбулентных явлений в воде и взаимодействия между частицами, одинаковая плотность [1, 9, 15]. Таким образом, седиментометрический метод можно использовать для анализа гранулометрического состава только в том случае, если разность плотностей оседающих частиц является константой или незначительно отличается от постоянной величи-

ны. Фактически речь идет о модельных представлениях о почвах.

В изученных почвах имеется значительное количество углистых частиц разного размера. Имея меньшую скорость осаждения, они пополняют собой более мелкие фракции при проведении седиментометрического анализа. Таким образом, причины таких различий и заключаются в недооценке плотности частиц при проведении седиментометрического анализа.

Для всех изученных почв общей закономерностью является увеличение плотности твердой фазы почв с глубиной (например, с 2,46 г/см³ до 2,70 г/см³). Выгорание верхнего слоя подстилки приводит к снижению ее плотности и «оголению» поверхности почвы.

При дифрактометрическом методе анализа при расчете диаметра условно также принимается, что все частицы имеют сферическую форму, т.е. диаметр усредняется при обработке лазером под разными углами. В таком случае элементарные почвенные единицы, имеющие плоскую форму, оказы-

ваются больше, чем сферические того же объема. А поскольку илестые отдельности часто имеют плоскую форму, они воспринимаются лазером, как более крупные. Несмотря на то, что каждый из методов обладает определёнными методическими недостатками, представляется, что содержание ила, мелкой и средней пыли, определенное лазерно-дифрактометрическим методом, более объективно отображает истинный гранулометрический состав почв [9].

В отличие от всех других фракций, при определении крупного и среднего песка двумя методами наблюдалось хорошее сходство результатов. При этом несколько большие значения были получены седиментометрическим методом.

Заниженные показатели содержания илестой фракции и фракции физической глины по методу лазерной дифрактометрии можно связать с наличием мелкодисперсного органического вещества в почвах. Частицы почвы покрыты прочной оболочкой из органо-минеральных коллоидных структур, которые могут связывать элементарные почвенные частицы в более крупные агрегаты, что приводит к снижению скорости осаждения (из-за уменьшения плотности и увеличения размера) и осложнению определения истинных параметров элементарных почвенных частиц, т.е. гранулометрического состава [9].

Обладая невысокой удельной массой, частицы органического вещества при седиментометрии оседают за время, сопоставимое со временем оседания тонкодисперсных фракций минеральной части почв. Таким образом, в данном случае речь идет о «псевдофракциях» гранулометрического состава, которые возникают при оседании легких фракций органического вещества почв.

Таким образом, определение размера и количества элементарных почвенных частиц затруднено в связи с накладываемыми ограничениями применяемых методов, а также осложняется наличием органического вещества.

Еще одной характеристикой физических свойств почв является содержание гигроскопической влаги. В верхних горизонтах изученных почв этот показатель уменьшается под действием пожаров: от $5,92 \pm 2,27\%$ (в подстилке) в верхних горизонтах ненарушенных почв до 2% в верхних горизонтах почв, подвергшихся действию пожара. Различия в гигроскопической влажности верхних слоев почв при верховом и низовом пожарах статистически достоверны: ГВ при низовом пожаре ($2,85 \pm 0,79\%$) несколько больше, чем при верховом ($2,37 \pm 0,36\%$). Это объясняется тем, что верховой пожар отличается от низового не только большей скоростью распространения, но и температурой горения – $900-1200^\circ\text{C}$ (при низовом пожаре температура достигает 900°C) [12], и, соответственно, вода в больших количествах испаряется с поверхности почвы, лишенной растительности. Однако

вся влага в результате действия пожаров не испарилась из верхних горизонтов почв за счет того, что лесная подстилка, служащая дополнительным буфером, предохраняющим почву от действия высоких температур, и имеющая высокое влагосодержание, плохо горит и уменьшает термическое воздействие на почву.

В 2012 г. наблюдается увеличение содержания гигроскопической влаги в два раза и приближение к контрольному варианту во всем профиле почв, нарушенных действием низового пожара. При верховом пожаре наблюдается увеличение данного показателя лишь в верхней части профиля, но не столь существенное, как в случае с низовым пожаром. Подобное увеличение содержания гигроскопической влаги объясняется тем, что при низовом пожаре происходит поступление новой подстилки на поверхность почв, которая содержит в себе влагу.

Таблица 2. Значения КУС ($^\circ$) и удельной поверхности твердой фазы исследуемых почв

Образец, глубина отбора	Удельная поверхность, $\text{м}^2/\text{г}$	Краевой угол смачивания, $^\circ$
2010 г.		
Низовой пожар зола, 0-5 см	113,8	95,6
Низовой пожар АУ, 5-14 см	61,9	98,7
Верховой пожар зола, 0-5 см	104,2	101,9
Верховой пожар АУ, 5-10 см	86,5	104,0
Фоновый участок подстилка, 0-5 см	351,8	112,0
Фоновый участок АУ, 5-8 см	72,6	86,2
2013 г.		
Низовой пожар зола, 0-3 см	111,6	68,3
Низовой пожар АУ, 3-12 см	82,3	81,9
Верховой пожар зола, 0-4 см	119,5	72,6
Верховой пожар АУ, 4-10 см	94,2	89,9

Как известно, лесные пожары приводят к изменению водно-физических свойств почв. Они зависят в основном от свойств поверхности твердой фазы почв, в частности от такого свойства, как гидрофильность или гидрофобность. Характеристикой данного свойства является краевой угол смачивания почв (КУС), который определяется как угол между твердой поверхностью и касательной, проведенной от точки соприкосновения трех фаз (твердой, жидкой и газообразной) [4].

Краевой угол смачивания почв зависит от свободной поверхностной энергии твердой фазы и поверхностного натяжения почвенного раствора и является ее мерой измерения. Для гидрофильной

почвы он изменяется от 0° до 90°, больший угол соответствует гидрофобной. В случае гидрофобной почвы вода образует шарообразные капли на поверхности минералов. Почвы, где частицы полностью покрыты гидрофобными пленками, отталкивают воду [4]. Все естественные почвы имеют тенденцию к смачиванию водой из-за сильного притяжения между водой и почвенными частицами, однако, в ряде случаев, почвам характерны значения краевого угла от 0° до 140° [17].

Определение краевого угла смачивания почв проводили на образцах 2010 и 2013 гг. в 12-кратной повторности (табл. 2).

Измерения КУС образцов исследуемых почв показали диапазон краевых углов от 65° до 112°. Для всех вариантов, кроме фонового участка, характерна тенденция повышения гидрофобных свойств с глубиной. В случае фона нижележащему слою соответствует более гидрофильные свойства за счет того, что подстилка, состоящая из органических остатков, характеризуется гидрофобностью. В результате пожаров часть органического вещества выгорает, и, соответственно, в золе КУС снижается. Кроме того, возможно это связано с качественными характеристиками пирогенного органического вещества, так называемого black carbon, прежде всего, с его амфифильными свойствами.

Таким образом, если пренебречь значениями КУС для самых верхних горизонтов (в данном случае затруднительно сравнивать постпирогенные участки с подстилкой), получается, что пожары приводят к гидрофобизации твердой фазы почв. Почвы, подвергшиеся верховому пожару, обладают большей гидрофобностью по сравнению с низовым пожаром. Это объясняется более высокой интенсивностью верхового пожара по своей природе. Через 4 года наблюдается смещение КУС в сторону гидрофильности, как для фоновых почв.

Полученные значения КУ находятся в обратной зависимости от удельной поверхности почвы. Таким образом, чем меньше частицы по своему размеру, тем они более гидрофильны. Коэффициенты корреляции удельной поверхности почв с краевым углом смачивания показывают полную отрицательную зависимость (коэффициент корреляции = -1).

ВЫВОДЫ

Были проведены исследования в направлении изучения трансформации физических свойств почв в результате действия лесных пожаров.

Сравнительный анализ двух методов показал, что, во-первых, в результате пожаров гранулометрический состав почв изменяется несильно, во-вторых, наблюдаются различия в результатах определения. При лазерной дифрактометрии происходит некоторое завышение расчетных размеров частиц, которые имеют плоскую форму из-за усреднения их диаметра, а при седиментометрии – умень-

шение определяемых размеров в связи с недооценкой плотности и влиянием органического вещества почв.

Пирогенез вызывает существенное изменение водно-физических свойств поверхностных горизонтов почв, уменьшая их влагоемкость, увеличивая гидрофобность, и тем самым увеличивая поверхностный сток на подверженных пожарам лесных территориях.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность директору ИЭВБ РАН, члену-корреспонденту РАН, д.б.н., профессору Г.С. Розенбергу, заместителю директора по научной работе ИЭВБ РАН, д.б.н., профессору С.В. Саксонову, к.б.н., старшему научному сотруднику С.А. Сенатору и д.б.н., профессору, заведующему кафедрой физики и мелиорации почв МГУ имени М.В. Ломоносова Е.В. Шеину за помощь в организации работы и поддержку исследования.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ мол-а-вед 12-04-33017, мол_а 14-04-32132 и мол_а 12-05-31314.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блохин А.Н., Кулижский С.П. Оценка применения метода лазерной дифрактометрии в определении гранулометрического состава почв // Вестник Томского государственного университета. Биология, 2009, № 1. С. 37-43.
2. Богданов В.В., Прокушкин А.С., Прокушкин С.Г. Влияние низовых пожаров на подвижность органического вещества почвы в лиственничниках криолитозоны средней Сибири // Вестник КрасГАУ, 2009, №2. С.88-93.
3. Быкова Г.С. Краевой угол смачивания основных морфонов и морфем текстурно-дифференцированной дерново-подзолистой почвы // Материалы Международной научной конференции XVII Докучаевские молодежные чтения «Новые вехи в развитии почвоведения: современные технологии как средства познания» 3-6 марта 2014 года. Санкт-Петербург, 2014. С. 31-32.
4. Быкова Г.С. Краевой угол смачивания поверхности твердой фазы черноземов типичных // Материалы по изучению русских почв, Санкт-Петербург, выпуск 8(35), 2014. С. 125-130.
5. Воробьева Л.А. Теория и практика химического анализа почв. М.: ГЕОС, 2006. 400 с.
6. Зайдельман Ф.Р., Шваров А.П. Пирогенная и гидротермическая деградация торфяных почв, их агроэкология, песчаные культуры земледелия, рекультивация. М.: Изд-во МГУ, 2002. 168 с.
7. Зайдельман Ф.Р., Рыдкин Ю.И. Почвы ополей лесной зоны – генезис, гидрология, мелиорация и использование // Почвоведение, 2003, № 3. С. 261-274.
8. Коган Р.М., Панина О.Ю. Исследование влияния лесных пожаров на почвы широколиственных лесов (на примере Еврейской автономной области) // Региональные проблемы, 2010. Т. 13. С. 67-70.
9. Кулижский С.П., Коронатова Н.Г., Артымук С.Ю., Соколов Д.А., Новокрестьянских Т.А. Сравнение методов седиментометрии и лазерной дифрактометрии при определении гранулометрического состава почв

- естественных и техногенных ландшафтов // Вестник Томского государственного университета. Биология, 2010, № 4(12). С. 21-31.
10. Леса России в XXI веке: Материалы второй международной научно-практической интернет-конференции. Ноябрь 2009 г. / Под ред. авторов; Федеральное агентство по образованию Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия имени С.М. Кирова», Санкт-Петербург, 2009. 249 с.
 11. Лесные пожары на территории России: Состояние и проблемы / Ю.Л. Воробьев, В.А. Акимов, Ю.И. Соколов; Под общ. ред. Ю.Л. Воробьева; МЧС России. М.: ДЭКС-ПРЕСС, 2004. 312 с.
 12. Мелехов И.С. Лесоведение. М.: Лесная промышленность, 1980. 406 с.
 13. Растворова О.Г. Физика почв. Практическое руководство. Л.: Изд-во ленинградского университета, 1983. 196 с.
 14. Растворова О.Г. Андреев Д.П., Гагарина Э.И. и др. Химический анализ почв. Уч. пособие. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1995. 263 с.
 15. Федотов Г.Н., Шейн Е.В., Пуляев В.И., Архангельская Т.А., Елисеев А.В., Милановский Е.Ю. Физико-химические основы различий седиментометрического и лазерно-дифракционного методов определения гранулометрического состава почв // Почвоведение, 2007, № 3. С. 310-317.
 16. Шейн Е.В. Гранулометрический состав почв: проблемы методов исследования, интерпретации результатов и классификаций // Почвоведение, 2009, № 3. С. 309-317.
 17. Bachmann J., Goebel W.-O. Extended methodology for determining wetting properties of porous media // Water resources research, 2003, Vol. 39, Iss. 12.
 18. Graber E.R., Hadas E. Potential Energy Generation and Carbon Savings from Waste Biomass Pyrolysis in Israel // *Annals of Environmental Science*, 2009, V. 3. Pp. 207-216.
 19. Сенатор С.А., Саксонов С.В., Ужамецкая Е.А. Растительный покров Тольятти: история изучения // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2013. Т. 22, № 4. С. 191-200.
 20. Саксонов С.В., Сенатор С.А., Савенко О.В. Многолетняя динамика видового состава флоры Мелекесско-Ставропольского ландшафтного района (Заволжье) // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2011. Т. 20, № 2. С. 116-167.
 21. Саксонов С.В., Сенатор С.А., Раков Н.С., Шиманчик И.П., Давыдова И.В. Постпирогенные сукцессии в тольяттинских городских лесах: возможные сценарии развития // Синергетика природных, технических и социально-экономических систем: сб. статей IX Междунар. науч. конф. (29-30 сент. 2011). Тольятти: Изд-во ПВГУС, 2011. С. 25-29.
 22. Раков Н.С., Саксонов С.В., Сенатор С.А. Начальные стадии пирогенной сукцессии в городских лесах Тольятти (флористический аспект) // Сборник трудов III международного экологического конгресса (V международной научно-практической конференции) «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов» (Тольятти, 21-25 сентября 2011 г.). Т. 2. Научный симпозиум «Биотические компоненты экосистем». Тольятти, ТГУ, 2011. С. 196-200.
 23. Сенатор С.А., Саксонов С.В. Современное состояние изученности урбанofлоры Тольятти // Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры России и стран ближнего Зарубежья: Материалы IV Междунар. науч. конф. М.; Ижевск: Институт компьютерных технологий, 2012. С. 179-182.
 24. Саксонов С.В., Раков Н.С., Сенатор С.А., Ужамецкая Е.А., Давыдова И.В. Состояние лесных экосистем Самарской области после пожаров 2010 года // Современное общество в условиях глобального вызова: преобразования и перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Тольятти-Москва, 27 апреля 2012 г.). Самара: ООО «Изд-во Ас Гард». 2012. С. 109-113.
 25. Зибарев А.Г., Кудинова Г.Э., Лифиренко Д.В., Пыршьева М.В., Розенберг Г.С., Роцевский Ю.К., Саксонов С.В., Сенатор С.А., Юрина В.С. Экологический атлас, ТерКСООС, экоаудит территории и рекомендации к действию для мэра города Тольятти // Изв. СамарНЦ РАН. 2012. Т. 14. № 1. С. 32-42.

THE CHARACTERISTIC OF PHYSICAL PROPERTIES OF POSTFIRE SOILS

© 2014 E. Maksimova^{1,2}, G.S.Bykova³, E. Abakumov^{1,2}

¹ Saint-Petersburg State University

² Institute of Ecology of Volga basin

³ Moscow State University

Physical soil properties after wildfire events in 2010 were studied in a case of Togliatti pine forests. Two methods of particle size distribution were compared with the aim to reveal the real grain sizes and clay content in soils. These were laser diffraction and classical sediment method. It was substituted that the method of sedimentry supports higher values of the clay fraction content due to underestimation of density and influence of soil organic matter. A determination of a soils' contact angle (CA) showed an increase of an upper horizons' hydrophobicity as a result of wildfires, especially as a result of crown fires.

Key words: particle-size distribution, contact angle, specific surface area, wildfires, post-fire soil properties change

Maksimova Ekaterina, master of soil science, phd student, Dept. of Applied Ecology Biology Faculty, Saint-Petersburg State university, researcher Institute of Ecology of Volga Basin, Togliatti, doublemax@yandex.ru; *Bykova Galina*, student, Department of physics and soil reclamation, MSU, bykovags@gmail.com; *Abakumov Evgeniy*, Dr. Habil in soil science and soil ecology, assistant professor, Dept. of Applied ecology Biology Faculty, Saint-Petersburg State university, senior researcher Institute of Ecology of Volga Basin, Togliatti, e_abakumov@mail.ru