

## ВЛИЯНИЕ НЕФТИ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО СТЕПНОЙ ЗОНЫ УРАЛА

Рассматривается влияние нефтяного загрязнения на основные физические свойства чернозема обыкновенного. По мере увеличения концентрации нефти происходит увеличение плотности почвы, снижается коэффициент фильтрации, нарушается структура почвы, в том числе увеличивается количество глыбистой фракции и увеличивается водопрочность агрегатов.

**Ключевые слова:** нефть, почва, физические свойства, плотность, коэффициент фильтрации, структура почвы.

### Введение

Загрязнение почвенного покрова нефтью и нефтепродуктами стало одной из актуальных проблем современной экологии. Это относится не только к районам, где расположены объекты нефтедобывающей, нефтехимической отраслей экономики. Транспортировка нефти и нефтепродуктов осуществляется на обширных пространствах, удаленных от источников их производства, а потребление нефтепродуктов и выбросы в окружающую среду их отходов происходят практически повсеместно. Ежегодно на территории Российской Федерации на месторождениях нефти и газа случаются многочисленные аварии со значительными разливами нефти. При этом наблюдается существенное снижение качества и продуктивности почв, их вывод из сельскохозяйственного оборота. Эксплуатация нефтяных месторождений повсеместно ведет к выпадению из хозяйственного землепользования значительных площадей плодородных почв, в том числе и в Оренбургской области, крупном аграрном регионе России, расположенном на границе лесостепной и степной зон, в пределах которой находится ряд крупных месторождений нефти и газового конденсата.

Загрязнение нефтью влияет на весь комплекс морфологических, физических и физико-химических свойств почвы, определяющих ее плодородные и экологические функции [1, 2, 3]. Свойства нефти как гетерогенной системы определяют характер ее фракционирования в почвах: частичная дифференциация вещества по плотности, вязкости, активности взаимодействия с почвенной массой. Почвы при этом играют роль хроматографической колонки, в которой происходит расслоение самого нефтяного потока. С течением времени дифференциация

вещества углубляется. При движении нефтяных компонентов вниз по почвенному профилю происходит сорбция асфальтово-смолистых компонентов нефти. В нижних горизонтах почвенного профиля уменьшается как количество, так и молекулярный вес нефтяных компонентов [6]. Все это приводит к изменению морфологического строения почвенного профиля [7, 8]. Изменение морфологических свойств почв сопровождается изменением ряда их физических свойств.

Целью работы является изучение изменения физических свойств чернозема обыкновенного под влиянием нефтяного загрязнения.

### Материалы и методы

Изменение физических свойств почвы под влиянием нефтяного загрязнения исследовалось в течение одного вегетационного периода 2009 г. Почвенные образцы отбирались с опытных участков пашни размером 1х1 м<sup>2</sup>, искусственно загрязненных нефтью различных концентраций – 1, 5, 10 и 15% от массы почвы. Пробы почвы отбирались послойно – 0–10, 10–20 и 20–30 см. Контролем служила незагрязненная почва.

Плотность почвы определяли буровым методом (по И.С. Кауричеву, 1986 г.), агрегатный анализ почв – по Н.И. Саввинову (1977 г.), определение коэффициента фильтрации – методом трубок (по А.Ф. Вадюниной, З.А. Корчагиной, 1986 г.), также в полевых условиях проводилось описание морфологии почвенного профиля [6].

### Результаты и обсуждение

Анализ морфологических свойств контрольного участка – чернозема обыкновенного маломощного среднегумусного на тяжелосугли-

нистых породах – и участков, загрязненных нефтью, показал, что окраска почвенных горизонтов приобретает тона, характерные для нефти (от сизо-серого до сизо-черного). Сложение почв уплотняется. Распределение нефти четко прослеживается по стенке разреза. Видимая глубина ее проникновения составила 25–32 см.

Одним из основных агрофизических показателей почвы является плотность, от которой зависит сложение черноземов, строение пахотного слоя, их водно-воздушный режим, а также условия жизнедеятельности почвенной микрофлоры и развитие корневой системы растений. Нефть, попадая в почву, склеивает структурные частицы, заполняет собой поры, вытесняя при этом воду и воздух. С этим связано существенное возрастание плотности загрязненных слоев почвы. Оптимальная плотность пахотного слоя почвы для наиболее распространенных

злаковых культур находится в пределах 1,1–1,3 г/см<sup>3</sup>. Плотность почвы контрольного участка составляет от 0,97 в слое 0–10 см до 1,08 г/см<sup>3</sup> в слое 20–30 см почвенного профиля. Из таблицы видно, что по мере увеличения концентрации нефти плотность почвенных слоев увеличивается и максимальна – 1,14 г/см<sup>3</sup> в слое 20–30 при 15%-м загрязнении почвы нефтью.

Плотность сложения во многом определяет величину коэффициента фильтрации, который снижается при 15%-м загрязнении почвы на 45% и 40% по сравнению с контролем в слое 0–10 и 10–20 см соответственно.

Структура почвы отражает большинство ее свойств и в то же время она в значительной мере определяет эти свойства. Как видно на рисунке 1, содержание глыбистых агрегатов увеличивается в подпахотном горизонте, что обусловлено образованием так называемой «плужной подошвы» на

Таблица. Физические свойства нефтезагрязненных почв

Концентрация нефти, %	Почвенный слой, см	Плотность почвы, г/см <sup>3</sup>	Коэффициент фильтрации, мм/мин	Коэффициент структурности	Водопрочность почвенных агрегатов, %
0	0-10	0,97±0,02	78±1,2	2,32	30,2±0,5
	10-20	1,05±0,03	62±0,5	0,96	37,5±1,1
	20-30	1,08±0,01	не определяли	0,51	40,5±0,8
1	0-10	0,96±0,01	79±0,9	2,85	30,4±0,5
	10-20	1,04±0,04	61±1,5	2,17	38,8±1,2
	20-30	1,05±0,01	не определяли	1,39	40,5±0,9
5	0-10	1,03±0,02	69±0,8	3,15	46,4±0,8
	10-20	1,06±0,03	60±0,7	2,19	49,2±0,2
	20-30	1,12±0,05	не определяли	1,98	50,8±0,5
10	0-10	1,05±0,01	51±1,2	1,97	48,1±0,7
	10-20	1,07±0,02	42±1,3	0,95	49,1±0,6
	20-30	1,12±0,05	не определяли	0,34	51,7±0,1
15	0-10	1,04±0,04	43±0,8	1,47	60,0±1,4
	10-20	1,08±0,01	37±0,5	0,56	62,2±0,8
	20-30	1,14±0,03	не определяли	0,27	69,5±1,3

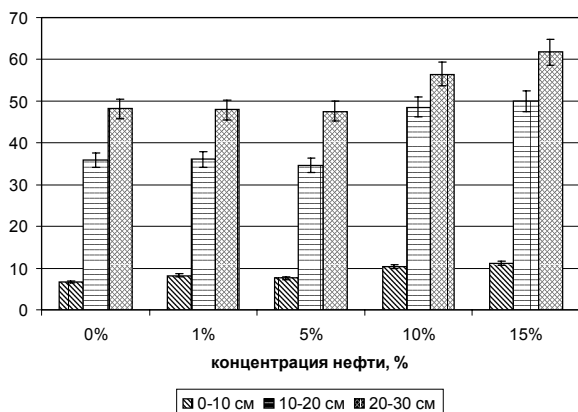


Рисунок 1. Содержание структурных агрегатов > 10 мм в нефтезагрязненной почве

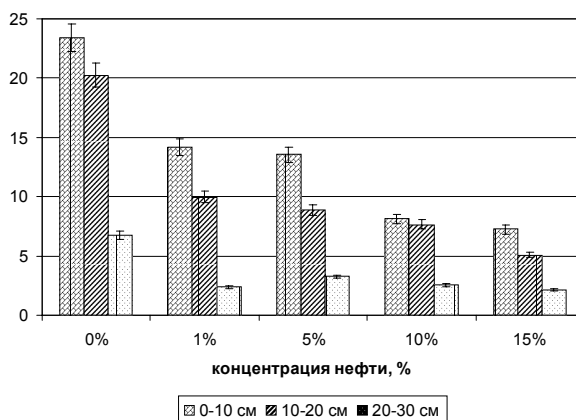


Рисунок 2. Содержание структурных агрегатов < 0,25 мм в нефтезагрязненной почве

глубине 20–30 см. Такая же тенденция сохраняется и в нефтезагрязненной почве, при этом наблюдается достоверное ( $t = 5,57$  и  $t = 6,32$  соответственно, при  $n = 3$ ) увеличение глыбистости в слое 20–30 см при 10 и 15%-м загрязнении по сравнению с контрольным участком.

Коэффициент структурности снижается вниз по профилю на всех исследуемых участках. Значение коэффициента структурности увеличивается во всех слоях почвенного профиля в среднем на 35% на участке с 5% загрязнением нефтью по сравнению с контролем, что, вероятно, объясняется увеличением агрономически ценных агрегатов за счет склеивания фракций меньше 0,25 мм и увеличением фракций от 5 до 7 мм (рис. 2).

На рисунке 2 видно, что количество фракций меньше 0,25 мм снижается при увеличении концентрации нефти и на участке с 5%-м загрязнением уменьшается на 47% по сравнению с контролем, при этом содержание агрегатов больше 10 мм практически не изменяется на этом участке, в результате происходит увеличение содержания агрономически ценных агрегатов (0,25–10,00 мм). При 10 и 15%-м загрязнении коэффициент структурности снижается по сравнению с контролем, в результате увеличения содержания глыбистых фракций на этих участках. Структура почвы становится неудовлетворительной в слое 10–30 см при 15%-ом загрязнении, что свидетельствует об отрицательном воздействии нефти на структуру почвы. В этой связи можно предположить, что ухудшение структуры почвы основано не на необратимой коагуляции частиц коллоидной системы, а на механическом слипании почвенных частиц, покрытых нефтяной пленкой. При этом процес-

сы механического слипания не являются постоянными и прекращаются по мере микробиологического разложения нефти.

Одним из важнейших свойств агрономически ценной структуры является ее водопрочность. Содержание водопрочных агрегатов размером более 0,25 мм в пахотном слое незагрязненной почвы (0–20 см) составляет 33,6%, что определяет ее устойчивое сложение и удовлетворительную водопрочность структуры (по Н.А. Качинскому). Из таблицы видно, что количество водопрочных агрегатов в почве максимально при 15%-м загрязнении и составляет в среднем 61% в пахотном слое и 69,5% на глубине 20–30 см. Таким образом, в нефтезагрязненной почве за счет склеивающей способности нефти происходит улучшение показателей водопрочности структуры. Однако такое улучшение нельзя отнести к положительным явлениям, т.к. неестественный, не зависящий от генезиса почв рост агрономически ценной фракции почвенной структуры за счет слипания микроагрегатов нефтью сопровождается появлением целого ряда весьма негативных свойств и процессов.

### Выводы

Агрофизические свойства почвы существенно изменяются в результате загрязнения товарной нефтью: увеличивается плотность почвы, что негативно сказывается на ее водно-воздушном режиме, снижается коэффициент фильтрации; по мере увеличения концентрации нефти в почве за счет механического склеивания почвенных частиц увеличиваются количественные показатели глыбистой фракции почвенных агрегатов, по мере увеличения нефтяного загрязнения повышается водопрочность структуры.

### Список использованной литературы:

1. Геннадиев А.Н., Пиковский Ю.И. Карты устойчивости почв к загрязнению нефтепродуктами и полициклическими ароматическими углеводородами: метод и опыт составления // Почвоведение, 2007. №4, С. 80–92.
2. Габбасова И.М. Деградация и рекультивация почв Башкортостана. Уфа: Гилем, 2004. 284 с.
3. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функция почв в биосфере и экосистемах (экологическое значение почв). – М.: Наука, 1990. – 261 с.
4. Пиковский Ю.И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 280 с.
5. Солнцева Н.П., Никифорова Е.М. Региональный геохимический анализ загрязненных почв нефтью (на примере Пермского Прикамья) // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. – М.: Наука, 1988. – С. 122–140.
6. Теории и методы физики почв / Шейн Е.В., Карпачевский Л.О. – М.: «Гриф и К», 2007. – 616 с.
7. Пиковский Ю.И., Солнцева И.П. Геохимическая трансформация дерново-подзолистых почв под влиянием потоков нефти // Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состояние экосистем. – М.: Наука, 1981. – С. 149–154.
8. Гилязов М.Ю. Изменение некоторых агрофизических свойств выщелоченного чернозема при загрязнении товарной нефтью в условиях Татарстана // Почвоведение. – 2002. №12. – С. 1515–1519.

Сведения об авторах:

Русанов Александр Михайлович, заведующий кафедрой общей биологии,  
декан химико-биологического факультета Оренбургского государственного университета,  
доктор биологических наук, профессор  
460018, г.Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 16 206, тел. (3532)372480

Шорина Татьяна Сергеевна, аспирант кафедры общей биологии химико-биологического факультета  
Оренбургского государственного университета

Сулейманова Альбина Мансуровна, студентка кафедры общей биологии химико-биологического  
факультета Оренбургского государственного университета

Shorina T.S., Rusanov A.M., Suleymanova A.M.

Influence of oil on physical properties of common chernozem of ural's steppe zone  
The article examines an influence of oil pollution on main physical properties of common chernozem. Growing oil concentration leads to increase in soil thickness, decrease in filtration coefficient, soil structure violation, including increase in quantity of lumpy fraction and water stability of aggregates.

Key words: oil, soil, physical properties, thickness, filtration coefficient, soil structure

Bibliography:

1. Gennadiev A.N., Pikovskii U.I. Cards of stability soilsto pollution by petroleum and polycyclic aromatic uglevodorods: a method and experience of drawing up // Pochvovedenie, 2007. №4, P. 80-92.
2. Gabbasova I.M. Degradation and recultivation soil of Bashkortostan. Ufa: Gilem, 2004.284p.
3. Dobrovolskii G.V., Nikitin E.D. Function soils in biosphere and ecosystem (ecological meaning(importance)soils) – M.: Nauka, 1990.– 261p.
4. Pikovskii U.I. Natural and tehnozens flows uglevodorods in an environment. – M.: MGU, 1993. – 280p.
5. Solntseva N.P., Nikiforova E.M. The regional geochemical analysis polluted soilsby petroleum (on an example PermPrikamia) / Vosstanovlenie zagriaznennih pochvennih ecosistem. – M.: Nauka, 1988. – P 122– 140.
6. Theories and methods of physics soils/Shein E.V., Karpachevski L.O.– M.: « Grif I K », 2007.– 616p.
7. Pikovskii U.I., Solntseva N.P. Geochemical transformation soils under influence of flows of petroleum / Tehnogennie potoki veshstva v landshaftah I sostoyanie ecosistem – M.: Nauka, 1981. -P. 149-154.
8. Gilyazov N.U. Change some agrofisiks of properties soils at pollution by commodity petroleum in conditions of Tatarstan // Pochvovedenie. – 2002. №12. -P. 1515-1519.