

УДК 631.45.67

Канд. биол. наук С.Н. Досбергенов *

**СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В
ТЕХНОГРУНТАХ РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ УЧАСТКОВ
МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ КАРААРНА***ЗАГРЯЗНЕНИЕ, НЕФТЕПРОДУКТЫ, АМБАРЫ, ГРУНТОВАЯ ВОДА, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ*

Содержание органического углерода на рекультивированных участках низкое. Этому способствует близкое расположение грунтовых вод с минерализацией 193,3 г/дм³ и высокая щелочность почвенного раствора (рН 8...9,2), которые растворяют находящийся в техногрунтах органический углерод. При этом также возрастает подвижность гумуса. В техногрунтах рекультивированных участков содержание органического углерода выше, чем в профиле незагрязненной целинной почвы. Содержание органического углерода на участке 2014 г. выше, чем на ранее рекультивированных участках.

Нефтедобывающая промышленность – одна из самых землеемких и загрязняющих отраслей в стране. В соответствии с материалами Международной конвенции об оценке воздействия на окружающую среду (1981 г.), она отнесена к экологически опасным объектам для биоты. Негативное влияние нефтяного загрязнения характеризуется:

- нарушением естественных ландшафтов местности и потерей сельскохозяйственных земель;
- в загрязненных нефтью почвах нарушены важнейшие генетические показатели. Изменяется их естественный морфологический профиль, химические и биологические свойства, формируются плотные битумные коры, непроницаемые для корней растений и микроорганизмов;
- загрязнением вокруг нефтепромыслов воздушного бассейна, вследствие испарения углеводородов;
- загрязнением промышленной зоны нефтепромыслов сероводородом, меркаптанами, аммиаком, сернистым ангидридом и другими токсичными веществами, вызывающими у людей серьезные заболевания;

* КазНИИ почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова, г. Алматы

- повышением уровня подземных вод, и как следствие образованием мелких засоленных озер;

- изменением плотности, уменьшением прозрачности воды, гибелью рыбы, водоплавающих птиц и мелких животных.

Загрязнение почв нефтепродуктами отмечено на территории всех нефтегазовых промыслов и на всех стадиях разработки месторождения, начиная с поискового бурения, строительства нефтегазодобывающих скважин, эксплуатации, транспортировки сырья и кончая условиями их хранения.

Нефтяное загрязнение отличается от других антропогенных воздействий тем, что оно дает не постоянную, а «залповую» нагрузку на среду, вызывая быструю ответную реакцию.

При оценке последствий такого загрязнения не всегда можно однозначно судить о возможности возврата экосистем к их устойчивому состоянию. Процесс самовосстановления среды, загрязненной нефтепродуктами, по мнению большинства исследователей, идет более 10...25 лет.

Широко распространено данное загрязнение в Западном Казахстане, где сосредоточено 149 нефтегазовых месторождений (из 160 по всему Казахстану), более 90 % разведанных и потенциальных ресурсов углеводородного сырья. В этом районе на площади свыше 700 тыс. га созданы крупные очаги нефтехимического загрязнения, засоления сточными промышленными водами и техногенного разрушения почв.

В регионе насчитывается 75 нефтяных месторождений (суммарный объем углеводородного сырья 929,2 млн. т), 39 – эксплуатируются (суммарный объем углеводородного сырья 864,1 млн. т), а 7 – готовы к эксплуатации.

К 2015 году Республика Казахстан планирует выйти на уровень добычи 150...170 млн. т нефти. В районах нефтедобычи почвы испытывают огромную нагрузку, связанную с попаданием в нее большого количества нефтепродуктов.

Углеводородный потенциал Казахстана составляет 3,6 млрд. т нефти и около двух триллионов м³ газа. Непосредственно запасы Каспийского шельфа составляют порядка 15 млрд. т условного топлива (по разведанным запасам природного газа республика занимает 15-е место в мире).

По данным геологоразведки, извлекаемые запасы нефти в казахстанской части Каспийского моря составляют 8 млрд. т, из которых 64 % ожидаемых запасов находится в воде и 36 % на суше.

В связи с угрожающими размерами загрязнения почвенного покрова нефтью и нефтепродуктами разработка новых эффективных, эконо-

мически выгодных и экологически безопасных технологий очистки почвы имеет важное значение для поддержания экологического равновесия. Обширность нефтяных загрязнений почвенного покрова в регионах добычи нефти и длительный период их существования, наряду с известными методами очистки нефтезагрязненных почв диктует необходимость разработки высокоэффективных биотехнологических способов – биоремедиации, направленных на интенсификацию процессов микробиологической утилизации нефтяных загрязнений и агромелиоративных приемов ремедиации. В последние годы повышенный интерес вызывает использование цеолитов в биоремедиации нефтезагрязненной почвы. Природные цеолиты – перспективный материал для решения многих технологических задач [2, 5]. Цеолитно-микробиологическая очистка почв и грунтов от загрязнений нефтью и нефтепродуктами не оказывает отрицательного воздействия на компоненты окружающей среды, так как цеолит экологически чистый, нетоксичный материал. Из литературных данных следует, что в промышленности часто используют модифицированный цеолит [4, 6].

Целью исследования было изучение восстановления экологической функции нарушенных и нефтезагрязненных техногрунтов на территории нефтяных амбаров и роль цеолитно-микробиологического метода в очистке почв от нефтехимического загрязнения.

Перейдем к рассмотрению конкретных условий изменения содержания органического углерода в техногрунтах на территории нефтяных амбаров. Прежде остановимся на функционировании месторождения Караарна. Согласно постановлению № 273 акимата Жылойского района Атырауской области от 30.10.2008 г. для оказания услуг на месторождение Караарна были выделены земельные участки общей площадью 1298,91 га. В конце 1960-х годов объединение «Минавтодор КазССР» использовал нефть месторождения Караарна в качестве дорожного битума. Для сбора добываемой нефти в земле были вырыты амбары. Скопленную нефть перевозили на Кульсаринский битумный завод автотранспортом и узколейной железной дорогой Караарна – Кульсары.

В ТОО «Геоэкосервис» было дано задание определить площадь исторически загрязненных мест, использованных в те времена в качестве амбаров для нефти, и составлен договор. Согласно итоговому отчету этой же организации был заключен договор с ТОО «GreenStarCompany – A.S» для разработки проекта рекультивации на территории месторождения Караарна. Согласно договору разработан проект на 2011...2015 гг., для ре-

культивации загрязненных исторических мест площадью 11,3 га. 12 ноября 2010 г. на этот проект выдано заключение № 1-239 Государственной экологической экспертизы Департамента экологии Жайык-Каспий.

По плану на 2011 г. было рассмотрено выделение денег на сумму 10,3 млн. тенге и была начата очистка цеолитно-микробиологическим методом исторически загрязненных земельных участков.

Субстрат территории амбаров лишён растительности, т.к. техногрунты фитотоксичны для растительности. Факторами фитотоксичности выступают хлориды и сульфаты. Долевое участие этих солей одинаково.

Таким образом, основными причинами, препятствующими естественному зарастанию поверхности рекультивационного участка являются:

1. фитотоксичность, обусловленная засолением техногрунта;
2. высокая плотность сложения битумной корки;
3. низкое содержание элементов питания растений;
4. неблагоприятные микроклиматические условия.

В связи с этой ситуацией для снижения плотности необходимо внести песок, который улучшает физические свойства техногрунта. Для улучшения питательного режима внести минеральные удобрения, а для снижения фитотоксичности внести сорбент.

На территории амбаров почвообразовательные процессы сильно замедлены из-за фитотоксичности, близости высокоминерализованных грунтовых вод, низкой водопроницаемости и высокой щелочности.

При поступлении в почву нефти происходит трансформация гумусового профиля, сопровождающаяся повышением общего содержания органического углерода и перераспределение его по генетическим горизонтам. Фракционирование битуминозных веществ техногенных потоков с аккумуляцией вязких и менее подвижных фракций в верхних горизонтах почв приводит к образованию специфического битуминозного горизонта с характерной морфологией (буровато-черное окрашивание, вязкость, безструктурность) и содержанием в нем органического углерода, превышающего фоновые значения более чем в 20 раз.

Кроме поверхностного загрязнения почв при аварийных ситуациях существует практика сброса сырой нефти в искусственно созданные земляные выемки – амбары. На начальных этапах трансформации перекрытого нефтью нарушенного профиля почв в амбарах изменяется их физиче-

ское состояние с образованием вязкой массы, пропитывающей почвенную толщу на глубину 50...100 (120) см.

Загрязнение нефтепродуктами в условиях амбара сохраняется до 20 лет и превышает ПДК на глубине 1...10 см в 77 раз, на глубине 10...15 см – более чем в 10 раз. Содержание органического углерода в поверхностном загрязненном слое превышает фоновое значение по органическому углероду в 16 раз и в 10...35 раз в нижележащей толще [3].

При захоронении нефтепродуктов в земляных амбарах возникает мощный внутрпочвенный поток загрязнителей. Исследованиями установлено, что за 20 лет, сброшенная в амбары нефть слабо минерализуется, чему способствует восстановительная среда, препятствующая разложению загрязнителя, возникающая при условии близкого расположения минерализованных грунтовых вод или засоленных пород тяжелого гранулометрического состава.

При повторяющемся и длительном техногенном воздействии, почвы приходят к необратимому состоянию. В некоторых случаях возможен возврат к естественному состоянию, но с набором приобретенных свойств [1].

В связи с этим возникает необходимость управлять процессами самоочищения и восстановления нарушенных земель, создавать оптимальные условия их развития, т.е. проводить биологическую рекультивацию территорий нефтепромыслов с использованием методов очистки и фитомелиорацию.

Рассмотрим поведение органического углерода в рекультивированных участках месторождения Караарна. Они расположены в северо-восточной части месторождения и делятся на участки не подготовленные для рекультивации, поле нефтяной эмульсии, рекультивационный участок 2011 г., рекультивационный участок 2012 г., рекультивационные участки 2013 и 2014 г. (табл.).

Нефть на месторождении Караарна по составу и свойствам относится к тяжелой малосернистой, парафиновой, смолистой. Плотность нефти в среднем составляет – 891,8 кг/м³, кинематическая вязкость в стандартных условиях составляет – 13,7 мм²/с. Массовое содержание серы – 1,24 %, асфальтенов – 0,98 %, парафина – 1,7 %, смол силикагелевых – 6,8 %, смол сернокислых – 19 %. Нефть характеризуется температурой застывания в среднем -27 °С, температурой начала кипения – 66,0 °С. Массовое содержание воды – 0,03 %, концентрация хлористых солей – 0,0015 %, массовое содержание механических примесей – 0,0068 %. Выход фракции до 200 °С – 17,0 % об, до 300 °С – 36,0 % об.

Таблица

Изменение содержания органического углерода в рекультивированных участках на территории нефтяных амбаров месторождения Караарна

Глубина разреза, см	Органический углерод, %	Механический состав сумма < 0,001 3-х фр.	Объемная масса, г/см ³	СО ₂	Сумма солей, %	рН водной вытяжки	Минерализованный грунт вод, г/дм ³
<i>р-1, рекультивированный в 2013 г.</i>							
0...17	0,41	т/з песок		2,55	4,019	7,92	241,543
17...30	0,31	песок		2,01	4,650	7,95	
30...50	1,02	битум + песок		2,30	4,349	7,96	
50...100	0,03	песок		1,53	6,025	7,72	
<i>р-2, рекультивированный в 2013 г.</i>							
0...17	1,43	тяжелый суглинок		5,39	8,222	8,00	193,369
17...32	0,13	песок		1,31	1,841	8,51	
32...50	0,07	песок		1,40	1,531	8,46	
50...100	0,03	песок		1,63	2,531	8,43	
<i>р-3, рекультивированный в 2012 г.</i>							
0...22	0,95	средний суглинок	1,58	4,50	6,472	8,69	147,608
22...40	0,48	глина + песок	1,61	2,39	4,597	8,55	
40...80	0,48	легкий суглинок	1,57	3,45		8,54	
<i>р-4, рекультивированный в 2012 г.</i>							
0...27	0,48	легкий суглинок		2,90	5,231	8,30	118,043
27...70	0,20	глина + песок		5,26	4,738	8,31	
70...100	0,72	тяжелый суглинок		3,99	4,229	8,33	

Глубина разреза, см	Органический углерод, %	Механический состав сумма < 0,001 3-х фр.	Объемная масса, г/см ³	CO ₂	Сумма солей, %	рН водной вытяжки	Минерализованный грунт вод, г/дм ³
<i>р-5, рекультивированный в 2011 г.</i>							
0...0,2	0,31	-	-	2,42	4,268	8,50	44,405
0,2...35	0,03	песок	1,41	2,33	2,007	8,36	
35...65	0,82	песок + битум	1,53	2,86	1,763	8,12	
65...80	1,16	песок + битум	1,49	2,36	1,489	7,78	
80...120	1,36	песок + битум	1,61	3,70	1,797	7,97	
<i>р-6, рекультивированный в 2014 г.</i>							
0...35	1,70	тяжелый суглинок	1,32	5,10	6,460	8,09	234,034
35...55	0,92	тяжелый суглинок	1,59	10,51	8,082	7,73	
55...100	1,29	тяжелый суглинок	1,27	11,47	11,519	7,56	
<i>р-7, рекультивированный в 2014 г.</i>							
0...10	1,57	битум + суглинок		4,14	8,240	8,52	211,994
10...35	0,38	песок		4,14	3,729	8,92	
35...100	0,68	тяжелый суглинок		12,23	5,856	8,20	
<i>р-8, целина</i>							
0...10	0,34	легкий суглинок	1,14	7,23	0,620	8,67	
10...23	0,10	песок	1,12	4,43	0,436	8,75	
23...50	0,24	тяжелый суглинок	1,19	10,20	3,959	8,53	
50...58	Нет	песок	1,32	1,82	2,030	8,55	
58...80	0,48	тяжелый суглинок	1,33	8,16	2,765	8,46	
80...120	0,37	песок	1,43	4,46	1,586	7,43	

Будучи высокоорганизованной субстанцией, состоящей из множества различных соединений, нефть деградирует очень медленно, процессы окисления одних структур ингибируются другими структурами, трансформация отдельных соединений происходит по пути приобретения форм, в дальнейшем трудноокисляемых.

Главным окисляющим агентом в условиях земной поверхности является молекулярный кислород. Окисление углеводородов молекулярным кислородом, как химическое, так и биологическое происходит по одному и тому же механизму и приводит к одинаковым результатам. Конечными продуктами реакции являются CO_2 и H_2O . Один из существенных факторов ускорения процесса – активность катализаторов. Наиболее распространенные и универсальные катализаторы в почвах, воде, растениях – различные ферменты, выделяемые микроорганизмами, почвенной мезофауной, высшими растениями. Выделена многочисленная «специализированная» группа углеводородоокисляющих микроорганизмов, использующих те или иные углеводороды в качестве субстрата для своего роста. Выделяемые ими ферменты могут использоваться и для окисления других соединений, которые не являются для них источником питания. Другие группы микроорганизмов утилизируют промежуточные продукты окисления углеводородов, способствуя дальнейшему углублению процесса. Таким образом, нефтяные углеводороды попадают в своеобразный «конвейер» биокатализаторов, стимулирующих процесс их распада и очищения экосистемы.

Катализаторами этого процесса являются ферменты, вырабатываемые микроорганизмами, растениями и животными. Разные ферменты могут избирательно действовать на отдельные соединения или классы соединений.

На рекультивированном участке 2011 г. (р-5), около скважины №7 ранее были несколько нефтяных амбаров замазученного грунта. Сначала пробуривали скважину, потом нефть сливали в нефтяной амбар. После нефть откачивали и увозили автотранспортом и по узколинейной железной дорогой Карарна – Кульсары на Кульсаринский битумный завод. Из амбара нефть просачивалась и загрязняла грунтовую воду. В 2011 г. на этом участке были заложены опыты по рекультивации нефтезагрязненного грунта цеолито-микробиологическим методом с использованием углеродоокисляющих микроорганизмов – деструкторов почвы. Участок находится на небольшом понижении рельефа и с восточной стороны был обвалован. Его перекопали и перемешали на глубину до 1,5 м с применением различных

препаратов по нейтрализации токсичности нефти. В результате проведения рекультивационных работ, содержание органического углерода в верхних тонкозернистых песчаных горизонтах (0...35 см) составило 0,03 %. Но с переходом в горизонт 35...65 см, где слой песка перемешан с битумом, удобрениями и мелиорантами, содержание органического углерода повысилось до 0,82 %. Объемная масса горизонта составила 1,53 г/см³, а сумма солей 1,76 %. В горизонте 65...80 см, который состоял из тонкозернистого песка с комочками битума, объемной массой 1,49 г/см³ содержание органического углерода возросло до 1,16 % при сумме солей 1,49 %. Минерализация грунтовой воды была самой низкой и составила 44,40 г/дм³.

Рассмотрим рекультивированный участок 2012 г. (р-4). При работе на этом участке использовали цеолитно-микробиологический метод с интенсивной обработкой почвы: перекапывание на глубину 1,5 м; обвалование и смешивание слоев замазученного грунта с нефтеразлагающими и сорбирующими препаратами. На этом участке образовались невысокие гряды после фрезования.

На легком суглинистом горизонте 0...27 см содержание органического углерода составило 0,48 %. Концентрация водно-растворимых солей составила 5,23 %. В горизонте 27...70 см, где глина смешана с песком содержание органического углерода составило 0,20 %. Концентрация высокоминерализованной грунтовой воды составляет 118,04 г/дм³. Концентрация водорастворимых солей – 4,74 %. Такое низкое содержание связано с высокой щелочностью водного раствора, при которой повышается подвижность гумусовых веществ и переход их в грунтовые воды.

В тяжелосуглинистом горизонте 70...100 см, где происходят восстановительные процессы содержание органического углерода составило 0,72 % при концентрации водорастворимых солей – 4,23 %

На втором рекультивационном участке 2012 г. (р-3), расположенном по сравнению с первым участком этого же года относительно выше по рельефу, проведена аналогичная операция по рекультивации почв. Разница состояла в том, что поверхность была мелкогрядовая и более сглажена. При таких условиях содержание органического углерода составило в верхнем средне суглинистом горизонте 0...22 см – 0,95 %, а объемная масса высокая и составила 1,58 г/см³. Сумма водорастворимых солей, при минерализации грунтовой воды 147,61 г/дм³ составила 6,47 %. В горизонте 22...40 см, где глина смешана с песком, содержание органического углерода составило 0,48 %, несмотря на высокую величину объемной массы

– 1,61 г/см³. По видимому, на содержание органического углерода повлиял близко расположенный к поверхности уровень грунтовой воды – 67,0 см, высокая щелочность водной вытяжки, а также высокая концентрация водорастворимых солей – 4,60 %. Активность углеводородокисляющих микроорганизмов снижается.

В горизонте 40...80 см, где наблюдались комочки битума и комки удобрений, содержание органического углерода составило 0,48 %. Объемная масса – 1,57 г/см, при концентрации водно-растворимых солей – 4,29 %.

На рекультивированных участках 2013 года (р-1) содержание органического углерода на мелкозернистом песке составило 0,41 %. Концентрация водорастворимых солей – 4,02 %, а минерализация воды на глубине 1,0 м составила 241,54 г/дм³. Рекультивация почв не сильно способствовала разложению нефтяных включений и замазученного грунта.

В песчаном горизонте 17...30 см, где наблюдались кусочки черного битума, содержание органического углерода составило 0,31 %. Минерализация грунтовой воды составила 241,54 г/дм³, а концентрация водорастворимых солей – 4,65 %.

В частично переслоенном песком битумном горизонте 30...50 см, содержание органического углерода составило 1,02 %. Концентрация водорастворимых солей – 4,35 %.

В полуметровом слое 50...100 см, который состоит из песка, содержание органического углерода составило 0,03 %. Высокоминерализованная грунтовая вода и высокая концентрация водорастворимых солей способствует растворению органического углерода и перехода его в грунтовую воду.

На втором рекультивированном участке 2013 г. (р-2), видны признаки разложения битума и нефти. Нет крупных комков битума. Если есть комки битума, то они темно-серого цвета и затронуты процессами рекультивации и разложения (минерализации). На тяжелосуглинистом горизонте 0...17 см содержание органического углерода составило 1,43 %, а концентрация водорастворимых солей – 8,22 %.

В песчаном горизонте 17...32 см содержание органического углерода снизилось до 0,13 %, а концентрация водорастворимых солей до 1,84 %. Минерализация грунтовой воды составила 193,37 г/дм³. В песчаных горизонтах 32...50 и 50...100 см, содержание органических углеродов снизилось до следов – 0,03 %.

Участки р-6 и р-7 были рекультивированны в 2014 г. цеолитно-микробиологическим методом. На поверхности участка следы мелкогря-

довой вспашки, многочисленные битумные комки, оставшиеся на поверхности после механизированной обработки техногрунта.

Р-6 заложен с южного края (300 см) восточной стороны, в 250 м по диагонали западнее скважины №28.

На тяжелосуглинистом горизонте 0...35 см содержание органического углерода составило 1,70 %. Объемная масса – 1,32 г/см³. Концентрация водорастворимых солей – 6,46 %. Минерализация грунтовых вод – 234,03 г/дм³.

В тяжелосуглинистом горизонте 35...55 см содержание органического углерода составило 0,92 %, при концентрации водорастворимых солей – 8,08 %, но объемная масса повысилась до 1,59 г/см³.

Во втором полуметровом слое содержание органического углерода составило 1,29 %, а концентрация водорастворимых солей – 11,52 %. Это самое высокое значение водорастворимых солей. Объемная масса снизилась до 1,27 г/см³.

На рекультивационном участке р-7 после прохода механизмов остались слабые борозды. Поверхность шероховатая из-за бороздок и комков битума. В слое 0...10 см с битуминозными прослоями и иловато-пылеватым суглинками, содержание органического углерода составило 1,57 %, а концентрация водорастворимых солей – 8,24 %. Минерализация грунтовых вод – 211,99 г/дм³.

В песчанистом горизонте 10...35 см содержание органического углерода составило 0,34 %, а концентрация водорастворимых солей – 3,73 %.

В тяжелосуглинистом горизонте 35...100 см содержание органического углерода составило 0,68 %, а концентрация водорастворимых солей – 5,86 %.

На целинной бурой зональной солончаковой почве (р-8) на поверхностном пылевато-иловатом легком суглинке в слое 0...10 см содержание органического углерода составило 0,34 %, при концентрации водорастворимых солей 0,62 %. Объемная масса составила 1,14 г/см³. На пылевато-иловатом с линзами ракушечников тонкозернистом песке, в слое 10...23 см, содержание органического углерода составило всего лишь 0,10 %, также снизилась сумма солей. В тяжелосуглинистом горизонте 23...50 см содержание органического углерода составило 0,24 %, при концентрации водорастворимых солей 3,96 %, объемная масса составила – 1,19 %.

На тонкозернистом песке в горизонте 50...58 см от содержания органического углерода остались только следы, при концентрации водорастворимых солей 2,03 % и объемной массе 1,32 г/см³. В тяжелосуглинистом

горизонте 58...80 см содержание органического углерода составило 0,48 %, при сумме солей 2,76 %. Объемная масса 1,33 г/см³.

В заключении отметим, что общее содержание органического углерода на рекультивированных в разные годы участках низкое. Этому способствует близкое расположение высокоминерализованных грунтовых вод (193,3 г/дм³) и высокая щелочность почвенного раствора (рН 8,92), которые растворяют находящийся в техногрунтах органический углерод, а также способствуют возрастанию подвижности гумуса. В техногрунтах рекультивированных участков содержание органического углерода выше, чем в профиле незагрязненной целинной почвы. Содержание органического углерода на участках, рекультивированных в 2014 году выше, чем на рекультивированных ранее участках. Этому способствует применение мелиорантов, которые приводят к снижению органического углерода.

Объемная масса техногрунтов рекультивированных участков выше, чем на целинной незагрязненной почве. Это объясняется нефтехимическим загрязнением, которое способствует диспергации мелких почвенных фракций.

На начальном этапе проведения рекультивационных работ, рН почвенного раствора снижается в результате подкисляющего действия нефтепродуктов.

При проведении рекультивационных работ содержание CO_2 -карбонатов снижается, т.к. карбонаты обволакиваются органическим углеродом и связываясь с ним образуют органо-минеральные вещества.

Рекультивационные участки лишены растительности, т.к. техногрунты фитотоксичны для растительности. Факторами фитотоксичности выступают хлориды и сульфаты, которые замедляют почвообразовательные процессы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асанбаев И.К. Антропогенные изменения почв и их экологические последствия. – Алматы, 1998. –С. 36-90.
2. Коновалова Е.В. Влияние цеолитов и фитомелиоранта на агроэкологические показатели нефтезагрязненных почв в приаридных условиях Забайкалья: Дис. ... канд. с/х наук. – Улан-Удэ, 2009. – 142 с.
3. Перминтина В.Н. Трансформация почв нефтепромыслов Прикаспийского региона // Почвоведение и агрохимия. – 2011. – №2. – С. 20-29.

4. Поляков В.Е. Тарасевич Ю.И. Медведев М.И. Ионообменная сорбция аммония и калия клиноптилолитом и разработка технологии их извлечения из сточных вод // Химия и технология воды. – 1979. – Т.1, №2. –С. 19-24.
5. Терещенко Н.Н., Лушников С.В., Бубина А.Б. Цеолиты и нефтяное загрязнение почвы // Энергия: Экономика, техника, экология. – 2007. – №1. – С. 24-30.
6. Челищев Н.Ф. Ионообменные свойства природных высококремнистых цеолитов. – М.: Наука, 1988. – 128 с.

Поступила 29.09.2015

Биол. ғылымд. канд. С.Н. Досбергенов

ҚАРААРНА МҰНАЙ-КЕН ОРНЫНЫҢ РЕКУЛЬТИВАЦИЯЛАНҒАН ТЕХНОГРУНТТАРЫНДАҒЫ ОРГАНИКАЛЫҚ КӨМІРТЕГІНІҢ БОЛМЫСЫ

ЛАСТАНУЫ, МҰНАЙ ӨНІМДЕРІ, ҚАМБАЛАР, ЖЕР АСТЫ СУЫ, ТОПЫРАҚ ҚҰНАРЛЫЛЫҒЫН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ

Рекультивацияланған техногрунттардағы органикалық көміртегінің мөлшері төмен, бірақ ластанбаған зоналық топырақтармен салыстырғанда жоғары. Топырақ бетіне жақын орналасқан жоғары минералды грунт сулары мен топырақ ерітіндісінің жоғары сілтілігі олардың ерігіштігін арттырады, ал гумустың жылжымалығы артады. 2014 жылы рекультивацияланған техногрунттардағы органикалық көміртегінің мөлшері одан бұрын рекультивациядан өткен учаскелерге қарағанда жоғары болып келеді.