

ЭКОЛОГИЯ ПОЧВЫ

УДК 631.45; 67

Томина Т.К.

НЕФТЕПРОДУКТЫ В ГРУНТЕ РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ УЧАСТКОВ БЫВШИХ АМБАРОВ НА ТЕРРИТОРИИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРА-АРНА

*Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии
им. У.У. Успанова, 050060 Алматы, проспект аль-Фараби 75 В, Казахстан,
e-mail: tomina50@mail.ru*

Аннотация. В грунте рекультивированных в разные годы участков определено содержание нефтепродуктов, их распределение в профиле по расчетным слоям, превышение уровня ПДК. На территории северного крыла месторождения в замазученном грунте двух разрезов выявлено превышение 7,1 ПДК по содержанию нефтепродуктов, в грунте прикопок до 53 уровней ПДК.

Ключевые слова: нефть, нефтепродукты, концентрация нефтепродуктов в почве, загрязненные грунты, степень загрязнения почв и грунтов, превышение уровня ПДК.

ВВЕДЕНИЕ

Основными источниками загрязнений нефтью и нефтепродуктами являются добывающие предприятия, системы перекачки и транспортировки, нефтяные терминалы и нефтебазы, хранилища нефтепродуктов, железнодорожный транспорт, речные и морские нефтеналивные танкеры, автозаправочные комплексы и станции. Ранее построенные хранилища нефтешламов и отходов превратились из средств предотвращения нефтезагрязнений в постоянно действующий их источник.

Нефть, нефтепромысловые воды и нефтеводосолевая эмульсия – это основные виды продуктов нефтедобычи, которые могут вызывать загрязнение почв, оказывать влияние на свойства почв. Нефть и нефтепродукты – токсичные загрязнители почвы.

Нефть – маслянистая жидкость темно-бурого или почти черного цвета с характерным запахом. Она легче воды (плотность 0,73-0,97 г/см³), в воде практически не растворима. По составу нефть – сложная смесь углеводородов различной молекулярной массы главным образом жидких (в них растворены твердые и газообразные углеводороды). Обычно это углеводороды парафиновые, циклоалканы, ароматические

с разбросом соотношений в нефтях различных месторождений. Кроме углеводородов, нефть содержит кислородные, сернистые и азотистые органические соединения.

Одним из существенных источников загрязнения окружающей среды являются нефтешламы. Нефтешламы – стойкие водонефтяные эмульсии, свойства которых переменны во времени и зависят от множества факторов: газосодержания, обводненности нефтяных скважин, минерализации пластовых вод, способа добычи, компонентного состава, физико-химических и коллоидно-химических свойств нефти и ее природных стабилизаторов, наличия частиц механических примесей и их состава, температуры. Устойчивость таких систем сильно возрастает при их длительном хранении в открытых амбарах и прудах. Происходит это вследствие «старения» эмульсий, уплотнения и упрочнения во времени бронирующих оболочек на каплях воды, испарения легких фракций, осмоления нефтепродуктов, увеличения механических примесей за счет атмосферной пыли.

Накопление и хранение нефтешламов осуществляется в открытых земляных резервуарах – нефтешламовых амбарах различной конструкции.

В связи с возрастающими требованиями к охране окружающей среды проблема утилизации нефтешламов и ликвидации нефтешламовых амбаров из года в год приобретает все большее значение.

В результате длительного накопления нефтешламов в амбарах и под воздействием внешних условий происходит их расслоение на плавающий эмульсионный слой, содержащий 81-98 % нефти, минерализованную воду и донные осадки, содержащие 10-44 % нефти. В зависимости от сроков хранения нефтешламов изменяется их фракционный состав и, соответственно плотность (от 885 до 988 кг/м) и вязкость (от 33,4 до 12497 мм/с при 20°C) [1].

Необходимость проведения данных исследований вызвана тем, что ранее общее содержание нефтепродуктов в рекультивированных в разные годы грунтах на участках бывших амбаров не определялось.

Восстановление жизненных процессов зависит от способностей почвы перерабатывать органику (к таковой относятся углеводороды нефти) в безвредные для окружающей среды легкоусвояемые продукты метаболизма. Места нефтяных разливов на многие годы остаются участками безжизненной суши. И все же процессы разрушения и разложения нефтяных загрязнителей в природе идут, и в основном за счет содержащихся в почве и воде микроорганизмов, обладающих способностью извлекать из углеводородов энергию, необходимую для строительства новых колоний и их жизнедеятельности. Природа создала мудрую экологичную систему, настроенную на самоочищение, которая, однако, не в состоянии противостоять темпам и масштабам интенсивного техногенного загрязнения – естественные концентрации полезных микроорганизмов в природе не могут быстро переработать масштабные и глубокие загрязнения.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования явились почвы и грунты, образовавшиеся в промышленных условиях на предприятии АО «Матен Петролеум» загрязненные нефтью, устойчивыми нефтяными эмульсиями и нефтяными шламами. Это подвергшиеся рекультивации техногрунты участков в местах бывших амбаров для слива буровых растворов и нефтяной эмульсии, очищенные цеолитно-микробиологическим методом в 2011-2014 годах на месторождении Кара-Арна.

За время полевых экспедиционных работ на территории месторождения были проведены почвенные научные исследования по изучению экологического состояния почвенного покрова в условиях нефтяного загрязнения. В 2016 году было заложено 14 почвенных разрезов на рекультивированных в 2011-2014 г. участках (8) бывших амбаров, для сравнения на замазученных грунтах этого же северного крыла месторождения (3), и один целинный контрольный разрез на зональной бурой почве, дано их подробное описание. Всего проведен отбор 64 образцов почво-грунта, отбор проб грунтовых вод (12). В их числе сделан отбор почв для проведения лабораторных опытов с целинного разреза и с рекультивационного участка 2011 года в юго-восточной части месторождения. Почвенные разрезы, заложенные на территории месторождения Кара-Арна 2016 г.: участок рекультивации 2014 года: разрезы 5 и 6; участок рекультивации 2013 года- разрезы 1 и 4; участок рекультивации 2012 года – разрезы 2 и 3; участок рекультивации 2011 года - разрез 12. Целинный разрез 13 был заложен на зональной бурой солончаковой почве. На замазученных грунтах северного крыла месторождения, солончаке соровом обсыхающем – разрезы 9-11, прикопки.

Содержание нефтепродуктов в почве определялось по: «Методике вы-

полнения измерения массовой доли нефтепродуктов в пробах почв флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». Спектрофотометрический метод основан на экстракции нефтепродуктов тетрахлоридом углерода, дальнейшее определение проводилось в инфракрасной области спектра [2]. В качестве растворителя использовали четыреххлористый углерод. Полосы поглощения четыреххлористого углерода компенсировали кюветой сравнения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В последние годы повышенный интерес вызывает использование цеолитов в биоремедиации нефтезагрязненной почвы. Природные цеолиты – перспективный материал для решения многих технологических задач [3, 4]. Цеолитно-микробиологическая очистка почв и грунтов от загрязнений нефтью и НП не оказывает отрицательного воздействия на компоненты окружающей среды, так как цеолит экологически чистый, нетоксичный материал. Из литературных данных [5, 6] следует, что в промышленности часто используют модифицированный цеолит. Субстрат территории амбаров лишен растительности, т.к. техногрунты фитотоксичны для растительности. Факторами фитотоксичности выступают хлориды и сульфаты. Долевое участие этих солей одинаково.

Впервые в 2011 году на территории месторождения Кара-Арна на замученном участке подрядчиками Товарищество с ограниченной ответственностью «Таза-Су» была применена технология очистки почвогрунта согласно патенту № 17975, от 15.11.2006, ТОО «Таза-Су» [7]. Формула примененного способа очистки почв и грунтов от нефтезагрязнений заключалась в следующем: обработка загрязненного участка биодеструктором нефтяных углеводородов, внесение разрыхляющего агента на основе навоза и введе-

ние азот- и фосфорсодержащих минеральных добавок, далее последующее увлажнение и фрезерование. Отличался тем, что в качестве биодеструктора использовали биомассу, представляющую собой комплекс природного цеолита с внедренными в структуру нефтеокисляющими микроорганизмами *Pseudomonas sp.*, или *Rhodococcus sp.* (11 т биомассы на 1 га). В качестве минеральных добавок использовали минеральную селитру и нитроаммофос, которые вводили последовательно по 0,375 т на 1 га, а в качестве разрыхляющего агента использовали навоз в количестве 13 т на 1 га.

Примененный способ описан также в патенте 2015 года «Способ биологической рекультивации почвы, загрязненной нефтью и нефтепродуктами». Согласно этой примененной технологии при рекультивации нефтехимически загрязненных почвогрунтов применялись следующие дозы препаратов: цеолит 5-7,5 т/га; биопрепарат «Бакойл» - 75 кг/га; нитроаммофос – 180 кг/га, биогумус (вермикомпост) – 4-6 т/га [8]. Участки на месторождении очищались по данной технологии в 2011-2014 годах.

Биомасса, представляющая комплекс природных цеолитов с нефтеокисляющими микроорганизмами, позволяла значительно ускорить микробиологическую деструкцию углеводородов нефти и обеспечивала эффективную деградацию сложных нефтяных углеводородов, достичь высокой очистки почвы от загрязнений за короткое время.

Исследования проводились в основном на рекультивированных участках бывших нефтяных амбаров, содержащих до проведения рекультивации битумные коры с разливами пластовых жидкостей (нефтяная эмульсия), буровых растворов и выявили изменения в профиле нефтехимически загрязненных почв.

На рисунках ниже приводятся данные по общему содержанию нефтепродуктов в расчетных слоях техногрунтов рекультивированных участков, в целинном разрезе № 13, в замазученных грунтах северного крыла месторождения и прикопках.

Исследования показали, что наибольшее загрязнение на территории месторождения выявлено в районах расположения старых нефтяных скважин – это восточное крыло месторождения, почвы которого испытывают долговременное воздействие за период эксплуатации месторождения, также места старых разливов нефти, покрытые битумными корами и охватывающие большие площади, места расположения нефтяных амбаров. В северном крыле месторождения с меньшим периодом освоения высокий уровень загрязнения выявлен на замазученных грунтах, не подвергавшихся очистке от нефтепродуктов.

Анализ данных по содержанию нефтепродуктов (НП) в грунте разрезов на рекультивированных в разные годы (2011-2014 годах) участках (бывших нефтяных амбаров) показал, что проведенные мероприятия по рекультивации цеолитно-микробиологическим методом оказали положительный эффект и содержание нефтепродуктов в замазученных техногрунтах почти повсеместно резко сократилось (рисунок 1). Во всех разрезах содержание НП меньше уровня ПДК. Кроме грунта разреза № 3, где загрязнение сохранилось выше уровня ПДК в 8 и 4 раза: на глубине 10-30 – 8559,28 и на глубине 30-50 – 4215,74 мг/кг. Грунт разреза 2 также загрязнен НП на уровне, приближенном к ПДК. На целинном разрезе в верхнем горизонте максимум – 207,55 мг/кг. Рассмотрение миграции нефтепродуктов по расчетным слоям профиля показало снижение их содержания с глубиной: максимум накопления приходится на верхние слои.

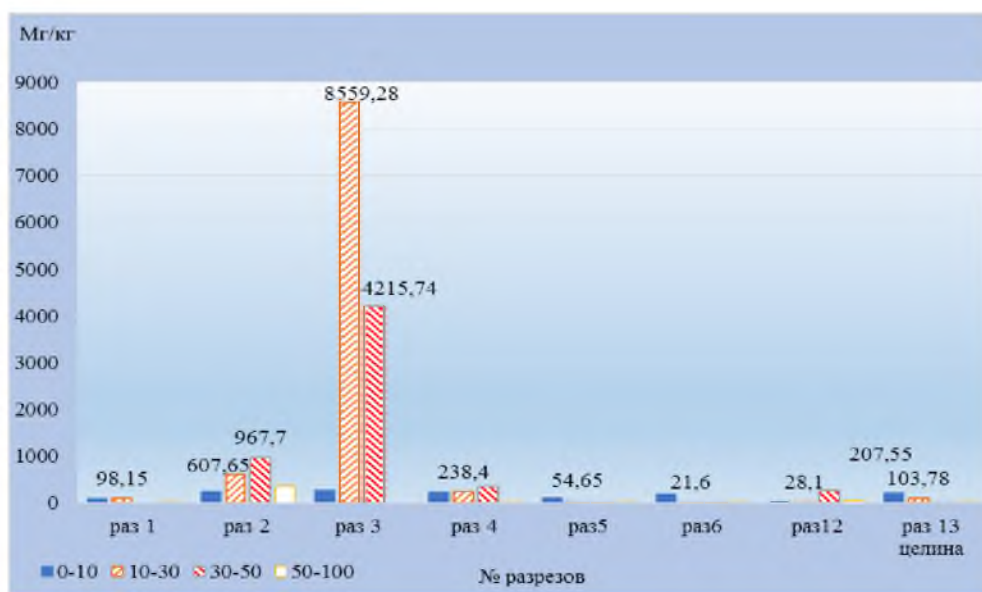


Рисунок 1 - Общее содержание нефтепродуктов в грунте разрезов на рекультивационных в 2011-2014 годах участках и целинном разрезе

Прошлогодные исследования на этом же участке также показали повышенное содержание в техногрунте разреза 3 (участок рекультивации 2012 года) нефтепродуктов выше допустимо-

го, но в пределах 1 ПДК: до 738,5 мг/кг: максимальное значение также в верхней части профиля. Визуально здесь также отмечены признаки разложения и минерализации замазученных грун-

тов: темные остатки битумных кор на 3-й год последствий превратились в серые рассыпающиеся куски с рыхлой пластинчатой структурой распавшегося битума (рисунок 2).



Рисунок 2 – Кусок распавшегося битума на рекультивационном участке 2012 года

Поверхность техногрунта вспучена, имеются признаки выделения CO_2 .

Для сравнения с очищенными участками, были отобраны образцы с разрезов на замазученных, не рекультивированных грунтах также северного крыла месторождения. Выявлено, что общее содержание нефтепродуктов в расчетных слоях грунтов разрезов 9-11, заложенных на загрязненных нефтью грунтах в двух случаях (раз 9 и 10) превышает уровень ПДК в верхнем 0-10 см слое и составляет 7,1 и около 2-х уровней ПДК. В профиле бурой солончаковатой почвы разреза № 14, заложенного в восточной долго эксплуатируемой части месторождения содержание нефтепродуктов в верхних слоях 331,5 мг/кг, что ниже уровня ПДК (рисунок 3).



Рисунок 3 – Содержание нефтепродуктов в расчетных слоях грунтов разрезов 9-11,14 на территории месторождения Кара-Арна, 2016 г.

На диаграмме рисунка 4 показано содержание нефтепродуктов в грунте прикопок, отобранных как в северной, так и в восточной, долго эксплуатируемой части месторождения. В грунте

всей группы прикопок в северной части (прикопки 2-5) выявлено загрязнение нефтепродуктами со значительным превышением уровня ПДК - до 53,75 ПДК.

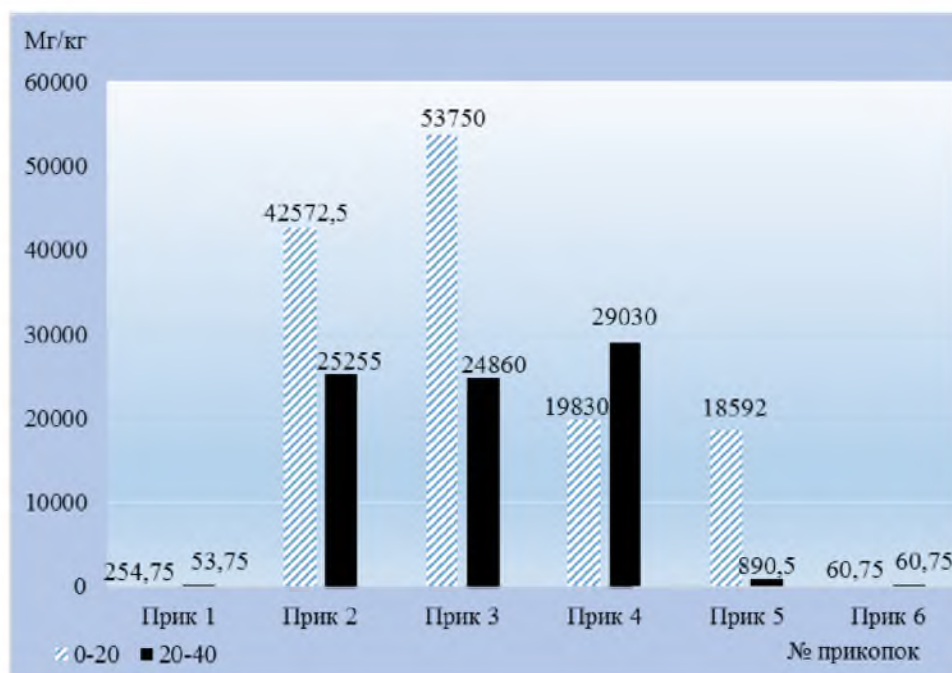


Рисунок 4 – Содержание нефтепродуктов в грунте прикопок восточного и северного крыла месторождения Кара-Арна, 2016 год

Таким образом, загрязнение грунта нефтепродуктами выявлено в верхних горизонтах профиля разреза № 3 на участке, рекультивированном в 2012 году. Грунт разреза 2 на этом же участке также загрязнен НП на уровне, приближенном к ПДК.

Выявлено превышение уровня ПДК по содержанию НП в замазученном грунте двух разрезов (9 и 10) до 7,1 ПДК и также в грунте прикопок северного крыла месторождения до 53 уровней ПДК.

Комплексный нефтэкологический мониторинг включает параметры, по которым отслеживается во времени изменение нефтяного загрязнения почвенных экосистем: концентрация нефти и нефтепродуктов в почве; состав загрязнителя; изменение площади загрязнения и глубины проникновения в почву; pH.

На основании анализа данных определения содержания нефтепродуктов в грунтах рекультивированных участков выявлена эффективность

проведенной в разные годы рекультивации загрязненных нефтью техногрунтов бывших амбаров. В результате проведенных работ по очистке нефтехимически загрязненных участков и примененной технологии их рекультивации цеолитно-микробиологическим методом, грунты постепенно переходят в состояние с более безопасным уровнем загрязнения, при котором они способны уже к естественному самовосстановлению в исходные почвы. Тогда как по мнению большинства исследователей процесс самовосстановления среды, загрязненной нефтепродуктами идет более 10-25 лет. Результаты исследований показали эффективность примененной технологии рекультивации нефтезагрязненных грунтов цеолитно-микробиологическим методом, значительно снижающей уровень их загрязнения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Определение содержания нефтепродуктов в грунте рекультивированных в разные годы участков выявило

превышение уровня ПДК. Превышение уровня до 4,2-8,5 ПДК по содержанию нефтепродуктов выявлено в верхнем полу-метровом слое грунта разреза 3 на участке, рекультивированном в 2012 году.

Исследования выявили высокий уровень загрязнения замазученных грунтов 9 и 10 разрезов до 7,1 ПДК и до

53 уровней ПДК в грунтов прикопок северного крыла месторождения.

Исследования показали эффективность примененной технологии рекультивации нефтезагрязненных грунтов цеолитно-микробиологическим методом, значительно снижающей уровень их загрязнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Фердман В.М. Комплексная технология утилизации нефтешламов и ликвидация нефтешламовых амбаров в промышленных условиях / автореф. канд. дис. – 2002. – 167 с.

2 Методика выполнения изменения массовой доли нефтепродуктов в пробах почв флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат - 02». Мет. № 03-03- 7. - Санкт-Петербург, 1997. - 16 с.

3 Терещенко Н.Н., Лушников С.В., Бубина А.Б. Цеолиты и нефтяные загрязнения почвы // Энергия: Экономика, техника, экология. – 2007 - № 1. - С. 24-30.

4 Коновалова Е.В. Влияние цеолитов и фитомелиоранта на агроэкологические показатели нефтезагрязненных почв в приаридных условиях Забайкалья // Дисс. на соис. ученой степени кандидата с/х наук. - Улан-Удэ, 2009. - 142 с.

5 Челищев Н.Ф. Ионообменные свойства природных высококремнистых цеолитов. - М.: Наука, 1988. - 128 с.

6 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.

7 Пат. 17975 Республика Казахстан 15.11. 2006 «Способ очистки почвогрунта от загрязнений нефти и нефтепродуктов» / Идрисова УР.; заявитель и патентообладатель ТОО «Таза-Су», заявл. 15.11.2006; опубл. 15.02.2010, Бюл. – 2006. – № 2. – 3 с.

8 Пат. 30176 Республика Казахстан 02.06.2014 «Способ биологической рекультивации почвы, загрязненной нефтью и нефтепродуктами» / Идрисова УР., Саданов А.К., Мусалдинова Т.Б., Идрисова Д.Ж., Айткельдиева С.А., Ауэзова О.Н. заявитель и патентообладатель ТОО «Таза-Су», заявл. 02.06.2014; опубл. 15.07.2015, Бюл. – № 7. – 5 с.

REFERENCES

1 Ferdman V.M. Kompleksnaya tekhnologiya utilizatsii nefteshlamov i likvidatsiya nefteshlamovykh ambarov v promyslovykh usloviyakh / avtoref. kand. dis. – 2002. – 167 s.

2 Metodika vypolneniya izmeneniya massovoy doli nefteproduktov v probakh pochv fluorimetricheskim metodom na analizatore zhidkosti «Flyuorat - 02». Met. № 03-03- 7. - Sankt-Peterburg, 1997. - 16 s.

3 Tereshchenko N.N., Lushnikov S.V., Bubina A.B. Tseolity i neftyanye zagryazneniya pochvy // Energiya: Ekonomika, tekhnika, ekologiya. – 2007 - № 1. - S. 24-30.

4 Konovalova Ye.V. Vliyaniye tseolitov i fitomelioranta na agroekologicheskiye pokazateli neftezagryaznennykh pochv v priaridnykh usloviyakh Zabaykalya // Diss. na sois. uchenoy stepeni kandidata s/kh nauk. - Ulan-Ude, 2009. - 142 s.

5 Chelishchev N.F. Ionoobmennyye svoystva prirodnikh vysokokremnistykh tseolитov. - М.: Nauka, 1988. - 128 s.

6 Polyakov V.E. Tarasevich Yu.I. Medvedev M.I. Ionoobmennaya sorbtsiya ammoniya i kaliya klinoptilolitom i razrabotka tekhnologii ikh izvlecheniya iz stochnykh vod // Khimiya i tekhnologiya vody. – 1979. - Т. 1, № 2. - С. 19-24.

7 Pat. 17975 Respublika Kazakhstan 15.11. 2006 «Sposob ochistki pochvogrunta ot zagryazneny nefti i nefteproduktov» / Idrisova U.R.; zayavitel i patentoobladatel TOO «Taza-Su», zayavl. 15.11.2006; opubl. 15.02.2010, Byul. – 2006. – № 2. – 3 s.

8 Pat. 30176 Respublika Kazakhstan 02.06.2014 «Sposob biologicheskoy rekultivatsii pochvy, zagryaznennoy neftyu i nefteproduktami» / Idrisova U.R., Sadanov A.K., Musaldinova T.B., Idrisova D.Zh., Aytgeldiyeva S.A., Auezova O.N. zayavitel i patentoobladatel TOO «Taza-Su», zayavl. 02.06.2014; opubl. 15.07.2015, Byul. – № 7. – 5 s.

ТҮЙІН

Томина Т.К.

ҚАРА-АРНА МҰНАЙ КЕН ОРНЫНЫҢ БАЙЫРҒЫ АМБАРЛАР АУМАҒЫНДАҒЫ
РЕКУЛЬТИВАЦИЯЛАНҒАН ГРУНТТАРДАҒЫ МҰНАЙ ӨНІМДЕРІ

*Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми-
зерттеу институты, 050060 Алматы, әл-Фараби даңғылы, 75 В, Қазақстан,
e-mail: tomina50@mail.ru*

Әр алуан жылдары рекультивацияланған телімдердегі мұнай өнімдерінің мөлшері, олардың грунт кескіні бойынша орналасуы және олардың шектеулі жол берілген концентрациядан асып түскені анықталған. Аумақтың солтүстік қанатындағы ластанған грунттар ШРК-дан 7,7 есе, жанама шұңқырларда ШРК-дан 53 есе артқан.

Түйінді сөздер: мұнай, мұнай өнімдерінің топырақтағы концентрациясы, ластанған грунттар, топырақ пен грунттың ластану дәрежесі, ШРК-дан асып түсуі.

SUMMARY

Tomina T.K.

OIL PRODUCTS IN SOIL OF RECULTIVATIONS AREAS OF FORMER BARNs IN THE TER-
RITORY OF OIL FIELDS KARA-ARNA

*Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry after U.U. Usanov,
050060 Almaty, 75 V al-Farabi avenue, Kazakhstan, e-mail: tomina50@mail.ru*

Maintenance of oil products is certain in recultivated soil on different years areas, their distribution in a profile on calculation layers, exceeding of level MPC. On territory of north wing of deposit in oily soil of two cuts exceeding is educed 7,1 MPC on maintenance oil products, in soil of припопок to 53 levels of MPC.

Key words: oil, oil products, concentration of oil products in soil, muddy soils, degree of contamination of soils and soils, exceeding of level MPC.