

МИГРАЦИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ В УСЛОВИЯХ ИХ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ. НАТУРНЫЕ ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

**К.С.Гасанов, Ф.З.Абдуллаев, В. Г.Валиев, А.Ф.Амруллаев,
И.С.Алиев, А.В.Валиев**

Специальное конструкторское технологическое бюро по комплексной переработке минерального сырья НАНА, AZ1143 г. Баку пр. Г. Джавида 31;

Изучены закономерности фильтрации (капиллярной пропитки) нефти (нефтепродуктов) с поверхности почвы сквозь почвенный профиль в условиях их аварийных разливов. Миграция нефти (нефтепродуктов) зависит от их природы (плотность, вязкость, содержание активных компонентов), от влажности поверхностного почвенного слоя и его механического состава (содержания коллоидных частиц). В зависимости от этих параметров глубина просачивания нефти и нефтепродуктов в почвенный профиль колеблется в широком интервале от 0.7 м до 0.008 м за время наблюдения за процессом от 30 до 39 дней.

Аварийные разливы нефти и нефтепродуктов, связанные с чрезвычайным происшествием при их транспортировке, приводят к катастрофическим последствиям в связи с их пагубным воздействием на окружающую природную среду, живые и растительные организмы.

Принятие неотложных мер для максимального ограничения загрязнения экологической системы в аварийной ситуации становится задачей незамедлительного решения. В связи с этим заблаговременно разрабатываются программы ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, в которых предусматриваются мероприятия по снижению уровня загрязнения почвы и воды до безопасного, включающем в себя локализацию мест разлива и сбора их с поверхности всеми доступными средствами (подручными, откачкой насосами, адсорбентами и т.д.). Не менее важным является загрязнение толщи почвогрунта, почвенного профиля, с очисткой которого связано восстановление экосистемы в доаварийное состояние. Эффективность очистки нефтезагрязнённого почвогрунта является функцией организованного технологического воздействия на него, представленного физико-химическим методом (отмыв почвы моющим водным раствором с использованием органического растворителя), методом микробного разложения углеводов (биоочистка) или химическим методом (капсулирование).

С момента залповой эмиссии на

поверхность почвы нефти и нефтепродуктов последние вовлекаются в физико-химические процессы: просачивание их в почвенный профиль, испарение, вымывание их компонентов и ультрафиолетовое облучение. Интенсивность протекания обозначенных процессов зависит от почвенно-климатических условий, а также от состава нефти и нефтепродуктов, механического состава и свойств почвы, водно-термического режима почвенного профиля.

Учитывая многообразие перечисленных факторов влияния, без постановки экспериментов не может быть спрогнозирована интенсивность протекающих процессов при попадании нефти и нефтепродуктов на поверхность почвы и таких важных для процесса очистки нефтезагрязнённых почв, как скорость и глубина проникновения нефтезагрязнителя в почвенный профиль. Так, параметры процесса просачивания нефти и нефтепродуктов в почвенный профиль (скорость и глубина просачивания) определяют объёмы нефтезагрязнённой почвы, подлежащие очистке и тем самым производительность установки и, что очень важно, определяют оптимальное, рациональное направление санации нарушенной почвы с применением одного из перечисленных выше методов воздействия на неё.

Основной механизм распространения нефти и нефтепродуктов, сброшенных на поверхность почвы – это поверхностный

сток, проникновение вглубь почвенного горизонта, загрязненными грунтовыми водами. Ареал распространения нефтесброса зависит от рельефа местности, почвенных и гидрогеологических условий и его объема.

По минералогическому составу почва представляет собой смесь минералов, находящихся в разных количественных соотношениях – кварц, аморфная кремнекислота, оксиды железа, марганца, фосфаты, карбонаты, глинистые минералы. Основное их свойство – энергетическая неоднородность поверхности частиц, образующая активные центры адсорбции различной природы – обменных катионов, поверхностных кислородов и гидроксидных групп. Энергетическая неоднородность поверхности минеральных частиц приводит к различиям в адсорбционной активности и избирательности заполнения отдельных областей поверхности. На поверхности минеральных частиц почвы активные центры формируют мозаичность из гидрофильных и гидрофобных участков, на которых может происходить избирательная сорбция.

На распределение нефти и воды в пористой среде почвы влияют процессы взаимного капиллярного вытеснения жидкостей в зоне водонефтяного контакта, поверхностные свойства минералов, слагающих почвенный профиль, поверхностные свойства нефти и воды. При этом под действием сил гравитации, капиллярных и сорбционных, с участием флуктуаций уровня воды, нефть проникает в свободный объем пор, обволакивает микроагрегаты, агрегаты, проникая внутрь последних. В ходе фильтрации нефти по почвенному профилю происходит диффузия ее компонентов к внешней и внутренней поверхности агрегатов почвы, конкурентная адсорбция ее активных компонентов частицами почвы, заполнение пространства между агрегатами почвы нефтью, обменной адсорбированными соединениями и просачивание ее в глубь почвенного профиля.

При наличии на поверхности минеральных частиц почвы гидрофильно-гидрофобной мозаичности активные соеди-

нения нефти (смолы, асфальтены, углеводороды) сорбируются гидрофобными группами на гидрофобных участках поверхности, а полярные вещества (вода) сорбируются на гидрофильных участках. По мере удаления от поверхности вглубь почвенного профиля в жидкой фазе будет увеличиваться количество алифатических углеводородов и уменьшаться количество адсорбированных веществ согласно их адсорбционной способности, такие как смолы и асфальтены, которые будут концентрироваться в гумусовом поверхностном слое почвы. При этом проявляются все атрибуты процесса хроматографии, как физико-химического метода разделения сложных смесей, при котором компоненты распределяются между двумя фазами – жидкой (подвижной – нефть) и твердой (неподвижной – почва) с образованием зон адсорбции по глубине почвенного профиля [1-2].

Таким образом, при движении нефти под действием сил гравитации вглубь почвы происходит её естественное разделение на составляющие асфальтено-смолистую часть и углеводороды при непосредственном участии частиц минералов, наделённых адсорбционной способностью. При этом асфальтеносмолистые компоненты задерживаются верхними горизонтами почвенного профиля. В нижних горизонтах почвенного профиля сосредотачиваются углеводороды нефти. Фильтрация нефти сквозь пористую среду пласта земли замедляются со временем в связи с уменьшением сечения сквозных поровых каналов с образованием на их стенках адсорбционных коллоидизированных слоёв из поверхностно-активных смолистых веществ нефти, которые создают добавочное сопротивление установившемуся течению, что сводится к уменьшению диаметра капилляров поровых пространств [3].

Вопросам миграции нефти в пластах земли в силу того, что они имеют исключительно большое значение для добычи нефти, уделено большое внимание многими исследователями [4-5]. При изучении процессов движения нефти в нефтяном пласте исследовали фильтрацию

нефти сквозь пористую среду, моделирующую естественную породу (в основном это нефтенасыщенный песок) в лабораторных условиях. Для приготовления модельной пористой среды использовали стеклянные и кварцевые порошки различной степени дисперсности.

Однако, анализ объекта исследований (поверхность почвы и почвенный профиль) показал, что использование модельной пористой среды для изучения миграции нефти и нефтепродуктов с поверхности почвы неприемлемо.

При аварийном разливе нефти и нефтепродуктов внезапной залповой нагрузкой будут охвачены почвы самых разных типов, которые присутствуют в природе и через которые пролегают транспортные пути. А это глинистые, суглинистые, супесчаные и песчаные почвы, пребывающие в переменных состояниях в связи с изменяющимися временами года (лето, осень, зима, весна) и климатическими условиями (засуха, заморозки, переувлажнение). Смоделировать такую сложнейшую систему в лабораторных условиях для изучения просачивания нефти и нефтепродуктов с поверхности почвы сквозь пористую среду в глубины почвенного профиля с использованием искусственнообразованной модельной пористой среды не представляется возможным вследствие непостоянства формы отдельных зёрен почвы и пор, находящихся между этими зёрнами; различия в направлении и скорости отдельных струек потока, неравномерностью пористости в нижней и верхних частях почвы и т.д.

В связи с изложенным, целью настоящей работы является исследование миграции нефти и нефтепродуктов в условиях натуральных полевых исследований для изучения закономерностей их фильтрации (капиллярной пропитки) с поверхности почвы сквозь почвенный профиль, скорости и глубины их проникновения в него, и следовательно определение объемов нефтезагрязненной почвы, подлежащей очистке. Результаты натуральных полевых исследований, описанные ниже, были получены в рамках выполнения международного проекта №3322 Украинского

Научно Технологического Центра.

Учитывая сезонную изменчивость состояния почвы, а отсюда многообразие ее состояний, наблюдаемое в течение всего года и многообразие ее свойств, в связи с изменчивостью ее локального состава, натурные исследования проводили с охватом всех времён года: лето, осень, зима, весна. Исходя из многообразия свойств почвы в годовом цикле, для достижения обозначенной цели натуральных исследований потребовалось бы проведение многоуровневые эксперименты с охватом большого числа факторов влияния на процесс просачивания нефти и нефтепродуктов в почвенный профиль.

Постановка многоуровневых экспериментов связана с большими временными затратами, поэтому натурные полевые исследования были ограничены двумя уровнями, в основе которых положена степень открытости пор, степень заполнения их водой: в осенне-зимнее время года в условиях дождевания и заснеженности (замороженности) поры закрыты, а в весенне-летнее в засушливое время года поры открыты. Эти два уровня наиболее характерны для естественного состояния поверхности почвы, в котором она пребывает большую часть времени года.

Поверхность почвы и почвенный профиль представляют собой многокомпонентную систему, свойства которой (плотность, проницаемость и др.) зависят от ее структуры и соотношения ее твердой, жидкой и газообразной частей. Твердая часть почвы представлена в основном минеральными, органическими и органоминеральными частицами (кристаллические и аморфные; минералы и гумусовые вещества) соединенные между собой в микроагрегаты и агрегаты различной степени дисперсности, образующие неоднородное почвенное тело. Механическими элементами почвы являются песок, пыль, илестые или коллоидные частицы.

Почва, как полидисперсная, полиминеральная, многофазная система, характеризуется не только сложным сочетанием частиц разных размеров, от нескольких сантиметров (гравий, галька) до долей микрона (коллоидные фракции), но и

содержанием пор, заполненных водой и газом, либо почвенным раствором. В зависимости от соотношения и количественного содержания составляющих их фаз (твёрдой, жидкой и газообразной) может значительно меняться проницаемость почв.

Способность глинистых почв поглощать и удерживать определенное количество воды, а также изменять свои физико-химические свойства в зависимости от степени увлажнения объясняется гидрофильностью слагающих их минералов, дисперснопористым сложением, составом поглощенных катионов, а также физико-химической активностью самой воды [6-7].

Переувлажненные почвы имеют широкий диапазон влажности, консистенцию от тугопластичной до текучей, различной вязкости, вплоть до водной суспензии. За исключением водной суспензии переувлажненные почвы представляют собой трехфазную систему, свойства которой определяются главным образом менисковыми силами, обусловленными степенью заполнения крупных пор водой.

Процесс просачивания нефти в почвенный профиль существенно отличается от хорошо изученного процесса миграции нефти в пластах земли отсутствием очень важной стадии ее просачивания через поверхностный слой почвы, наделённого специфическими свойствами. Поверхность почвы пронизана порами, степень открытости которых (степень заполненности водой, почвенным раствором) на момент нефтезагрязнения и формируют ее проницаемость. Поверхность почвы является как бы барьером (естественной преградой) на пути нефтепотока в почвенный профиль, а степень увлажнения поверхности почвы становится лимитирующим фактором всего процесса просачивания.

В связи с изложенным, для успешного достижения обозначенной цели натурные полевые исследования процесса просачивания нефти и нефтепродуктов в почвенный профиль будут ограничены двумя уровнями:

1) при максимальной открытости почвенных пор поверхностного слоя (сухая почва) на момент нефтезагрязнения -

процесс фильтрации.

2) при максимальной закрытости пор поверхностного слоя почвы (переувлажненная почва) на момент нефтезагрязнения – процессе капиллярной пропитки.

В [2] показано, что капиллярная пропитка почвы определяется значением избыточного смачивания на границе нефть – порода–вода и является примером процесса течения нефти в почвенном теле, поры которого не целиком заполнены текущей нефтью, а частично содержат воду.

Что касается процесса фильтрации, то этот процесс является примером течения нефти в сухом почвенном теле, когда его поровые пространства целиком заняты текущей нефтью. При этом возможно образование адсорбционных и сольватных слоёв с изменением поверхностных условий на границе нефть – частицы минералов породы. Установлено, что степень раздробленности (дисперсности), характеризующая механическим составом почвы, является сильным фактором влияющим на её проницаемость [8]. Влияние природы твёрдых частиц почвы на физико-механические и физико-химические свойства почвы и ее проницаемость проявляется тем сильнее, чем меньше размер частиц и чем больше их суммарная поверхность, что объясняется ролью поверхностных сил вблизи граничных поверхностей. Поэтому особое влияние на свойства почвы оказывает коллоидная фракция (размер частиц меньше 0.25 мкм), илистые частицы (размер частиц 0.25 – 1.0 мкм) и, в меньшей степени, пылеватые частицы (размер частицы 1.0 – 10 мкм).

Исходя из этого, выбор почвы для натуральных исследований был ограничен средней суглинистой (содержание частиц < 10 мкм в количестве 20 – 30 %) и легкой глиной (содержание частиц < 10 мкм в количестве 50 – 65 %), что согласуется с градацией почв по Качинскому Н. А. [8].

Для постановки натуральных исследований на территории Абшеронского полуострова из разных его районов с различных участков были отобраны образцы почв и охарактеризованы свойствами, такими как механический состав, естественная влаж-

ность, удельный вес, плотность, пористость, полная водная вытяжка, состав и сумма поглощенных оснований, карбонатность почв, основные из которых представлены в таблице 1. По результатам тестирования образцов были отобраны два участка с средней суглинистой почвой (участок в районе Бинагади) и легкой глиной (участок в районе Кирмаки).

В качестве углеводородных жидкостей для натуральных испытаний их просачивания в почвенный профиль были использованы сырая нефть, мазут, масло М-8 и дизельное топливо, характеристика которых представлена в таблице № 2.

Просачивание углеводородных жидкостей в почвенный профиль изучали с использованием специального устройства из жести с фигурой квадрата в основании, длиной каждой стороны 0.5 м, высотой 0.25 м. Устройство оснащено перекрытием в виде навеса для защиты углеводородных жидкостей от возможных осадков (дождевание, снег) во время испытания. В каждом эксперименте продолжительность фильтрации углеводородных жидкостей в зависимости от проницаемости породы колебалась от 30 до 39 дней до полной стабилизации процесса. Контроль за просачиванием углеводородных жидкостей проводили по изменению уровня этих жидкостей в специальном устройстве.

В соответствии с программой натуральных исследований последовательность проведения экспериментов была принята следующая:

1. Выбор площадки на участке земли без уклона с ровной поверхностью.
2. Установка на выбранной площадке спецустройства с обвалованием его по всем четырем сторонам присыпкой и уплотнением земли. При установке спецустройства на площадке горы Кирмаки его заглубляли на 25 см до уровня почвы с легкой глиной.
3. Отбор образца почвы с поверхности площадки для определения естественной влажности поверхностного слоя почвы.
4. В экспериментах с сухим поверхностным слоем почвы для изучения процесса фильтрации углеводородных жидкостей в спецустройство на поверх-

ность почвы заливается до 20 л одной из этих жидкостей и производится замер начального ее уровня.

5. В экспериментах с переувлажненным поверхностным слоем почвы для изучения процесса капиллярной пропитки углеводородных жидкостей в почвенный профиль предварительно в спецустройство на поверхность почвы заливается избыток воды. Таким образом насыщается поверхностный слой почвы водой до достижения неизменности ее уровня в спецустройстве. Избыток воды снимается с поверхности почвы вычерпыванием ее из спецустройства и последующей пропиткой её пористым материалом до кажущейся осушенности поверхности. Затем на поверхность почвы в спецустройство заливается до 20 л одной из углеводородных жидкостей и производится замер начального её уровня.

6. Проводится наблюдение за изменением уровня углеводородной жидкости в устройстве до полной стабилизации процесса ее просачивания.

7. Избыток нефти (нефтепродуктов) снимается с поверхности почвы вычерпыванием из спецустройства по истечении срока наблюдения за просачиванием.

8. Вскрывается почвенный профиль под устройством по истечению срока наблюдения за просачиванием углеводородных жидкостей и осторожно извлекается загрязненная почва методом соскабливания до чистого слоя почвы.

9. Загрязненная почва взвешивается и складывается.

Натурные исследования процесса просачивания углеводородных жидкостей через сухую и переувлажненную почву сводились к определению объемной скорости их фильтрации в л/сутки через поверхность почвы, равной 0.25 м², соответствующей поверхности почвы под спецустройством. Сроки, продолжительность, условия и результаты проведенных исследований участниками проекта № 3322 представлены в таблице № 3.

В ходе проведения натуральных исследований в каждом эксперименте отслеживали такие показатели процесса, как

объем просочившейся углеводородной жидкости в почвенный профиль и количество извлеченной нефтезагрязненной почвы.

По величине объема просочившейся углеводородной жидкости в почву через её поверхность в 0.25 м^2 и продолжительности натурального исследования (до полной стабилизации процесса) рассчитывали объемную скорость их просачивания. Глубину проникновения нефти и нефтепродуктов в почвенный профиль определяли в конце эксперимента после зачистки загрязненного почвенного профиля методом соскабливания и выемки загрязненной почвы. Исследования были проведены за период календарного года в климатических условиях лета, осени, зимы, и весны. Основная трудность в поведении эксперимента была связана с планированием показателя влажности поверхности почвы. Так, эксперимент № 3 планировали провести в условиях влажности почвы близкой к 3 %, как в эксперименте № 1. Однако накануне, перед экспериментом прошел дождь, и этот эксперимент провели при установившейся естественной влажности почвы, равной 10.8 %.

Как видно из результатов натуральных исследований, количество просочившейся углеводородной жидкости и извлеченной загрязненной почвы, скорость просачивания углеводородных жидкостей и глубина их проникновения в почвенный профиль изменяются в разных экспериментах в зависимости от физико-химических свойств используемых в экспериментах углеводородных жидкостей и от таких факторов, как механический состав почвы, наполненности почвы погребенной водой (влажность почвы).

В целом полученные результаты поддаются обобщению, анализу и приводят к поставленной цели: установлению значимости влияния степени насыщенности поверхностного слоя почвы водой на перечисленные выше показатели процесса фильтрации (капиллярной пропитки) углеводородных жидкостей в почвенный профиль – объем просочившейся углеводородной жидкости в почвенный профиль и количество извлеченной нефтезагрязненной почвы.

Ниже изложены результаты сопоставления показателей процесса просачивания в почвенный профиль с среднесуглинистой и легкоглинистой почвой углеводородных жидкостей в условиях постоянства их вязкости и меняющейся влажности поверхностного слоя почвы. Влияние влажности поверхностного слоя почвы на показатели процесса просачивания углеводородных жидкостей в почвенный профиль выявляется в экспериментах с просачиванием машинного масла М-8 и мазута в среднесуглинистую и легкоглинистую почву. Так, количество просочившегося машинного масла М-8 за 30 дней наблюдения в сухую среднесуглинистую почву (эксперимент №1) с естественной влажностью $W = 2.7 \%$ в 17.2 раза больше просочившегося этого же масла, но в переувлажненную почву, $W = 27.1 \%$, (эксперимент № 2). Показатели процесса просачивания этого же масла в почвенный профиль с среднесуглинистой почвой в таком же соответствии влажности следующие: количество извлеченной загрязненной маслом почвы в 18.8 раза больше, а скорость просачивания масла в почву через её поверхность в 0.25 м^2 в 17.8 раз больше. Количество просочившегося машинного масла М-8 за 35 дней наблюдения в легкоглинистую почву с влажностью поверхностного слоя почвы $W = 10.6 \%$ (эксперимент № 9) в 4.5 больше просочившегося этого же масла за такое же время, но в переувлажненную почву, $W = 25.2 \%$ (эксперимент № 11). Показатели процесса просачивания этого же масла в таком же соответствии влажности почвы следующие: количество извлеченной загрязненной маслом почвы в 2.9 раза больше, а скорость просачивания масла в почву через её поверхность в 0.25 м^2 в 4.5 раза больше.

Количество просочившегося мазута за 31 день наблюдения в среднесуглинистую почву, $W = 10.8 \%$ (эксперимент № 3) в 3.33 раза больше просочившегося этого же мазута за то же время, но в переувлажненную почву, $W = 28.6 \%$ (эксперимент №4). Показатели процесса просачивания этого же мазута в таком же соответствии влажности почвы следующие: количество

извлеченной загрязненной мазутом почвы в 8.0 раз больше, а скорость просачивания мазута в почву через её поверхность в 0.25 м^2 в 3.3 раза больше.

Количество просочившегося мазута за 35 дней наблюдения в легкоглинистую почву с влажностью $W = 10.5 \%$ (эксперимент №10) в 4.3 раза больше просочившегося этого же мазута за то же время, но в переувлажненную почву, $W = 25.0 \%$ (эксперимент № 12). Показатели просачивания этого же мазута в таком же соответствии влажности почвы следующие: количество извлеченной загрязненной почвы в 3.4 раза больше, а скорость просачивания мазута в почву через её поверхность в 0.25 м^2 в 4.25 раза больше.

Влияние механического состава почвы (содержания коллоидных частиц) на показатели процесса просачивания углеводородных жидкостей в почвенный профиль прослеживается в экспериментах с просачиванием мазута в среднесуглинистую и легкоглинистую почву. Так, скорость просачивания мазута в среднесуглинистую почву с влажностью $W = 10.8 \%$ (эксперимент № 3) в 3.8 раза больше скорости просачивания этого же мазута, но в легкоглинистую почву (эксперимент № 10) с такой же влажностью $W = 10.5 \%$, а количество извлеченной загрязненной мазутом суглинистой почвы в 10 раз больше количества извлеченной загрязненной мазутом легкой глинистой почвы.

Сопоставительные показатели процесса просачивания мазута в переувлажненную среднесуглинистую и легкоглинистую почву следующие. Скорость просачивания мазута в среднесуглинистую почву с влажностью $W = 28.6 \%$ (эксперимент № 5) в 16 раз больше скорости просачивания этого же мазута, но в легкоглинистую почву с такой же примерно влажностью, $W = 25.0 \%$ (эксперимент №12), а количество извлеченной загрязненной мазутом среднесуглинистой почвы в 4.8 раза больше количества извлеченной загрязненной мазутом легкоглинистой почвы.

Сопоставительный анализ результатов натуральных исследований просачива-

ния углеводородных жидкостей в почвенный профиль показывает на сильное влияние, оказываемое на этот процесс влажности поверхностного почвенного слоя и его механического состава (содержание коллоидных частиц). В зависимости от этих параметров глубина просачивания нефти и нефтепродуктов в почвенный профиль колеблется в широком интервале от 0.7 м до 0.008 м за время наблюдения от 30 до 39 дней (таблица № 3).

ВЫВОДЫ

Проведены натурные исследования просачивания нефти и нефтепродуктов в почвенный профиль. Миграция нефти (нефтепродуктов) зависит от их природы (плотность, вязкость, содержание активных компонентов), от влажности почвенного слоя и его механического состава (содержания коллоидных частиц). Полученные результаты экспериментов имеют большое практическое значение, т. к. их учет в ситуации аварийного разлива нефти и нефтепродуктов определит выбор оптимального направления санации нарушенной почвы с использованием одного из рациональных технологических методов воздействия на неё: физико-химического метода отмыв почвы моющим водным раствором, биоочистка, или капсулирование.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гасанов К.С., Абдуллаев Ф.З., Исмаилов Н.М. // Хим. проблемы. 2003. № 2. С.14.
2. Гасанов К.С., Абдуллаев Ф.З., Исмаилов Н.М. // Хим. проблемы. 2003. № 3. С.30.
3. Кусаков М.М., Ребиндер П.А., Зинченко К.Е. // ДАН СССР. 1940. т.28. С. 432.
4. Пашаев Н.Р. Таиров Н.Д. Разработка нефтяных и газовых месторождений. 1969. С. 118.
5. Кусаков М., Коцелова И.М., Мекеницкая Л.Н. /Труды Московского нефтяного института. 1955. С. 155.
6. Овчаренко Д.Д. Гидрофильность глин и глинистых минералов. 1961. С. 184.
7. Пиковский Ю.И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. 1993. С. 208.

8. Безрук В.М. Теоретические основы укреплении грунтов цементом. 1956. с. 248

9. Качинский Н. А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. 1958.

**QƏZA ŞƏRAİTİNDƏ TÖKÜLMÜŞ NEFT VƏ NEFT MƏHSULLARININ
MİQRASIYASI. SAHƏ ŞƏRAİTİNDƏ TƏDQIQATLAR**

Q.S.Həsənov, F.Z.Abdullaev, V.Q.Vəliyev, Ə.F.Əmrullayev, İ.S.Əliyev, A.V.Vəliyev

Qəza halları zamanı tökülmüş neftin (neft məhsullarının) torpağın səthindən torpaq profili üzrə sızıb keçməsinin filtrasiyası (kapilliyar hopma) qanunauyğunluqları öyrənilmişdir. Neftin (neft məhsullarının) miqrasiyası onun təbiətindən (sıxlıq, özüllük, aktiv komponentlərin olması), torpaq səthinin nəmişliyindən və onun mexaniki tərkibindən (kolloid hissəciklərin miqdarından) asılıdır. Neft və neft məhsullarının 30 gündən 39 günə kimi müşahidə müddətində torpağın dərinliyinə sızması göstərilən parametrlərdən asılı olaraq 0,7 metrədən 0.008 metrə qədər geniş intervalda dəyişir.

**MIGRATION OF OIL AND PETROLEUM PRODUCTS IN TERMS OF THEIR
EMERGENCY OUTFLOW. NATURAL FIELD STUDIES.**

G.S.Hasanov, F.Z.Abdullayev, V.G.Valiyev, A.F.Amrullayev, I.S.Aliyev, A.V.Veliev

Filtration regularities (capillary saturation) of oil (petroleum products) from soil surface through a soil profile in terms of emergency outflow have been studied. Migration of oil (petroleum products) depends on their nature (density, viscosity, content of active components), as well as humidity of superficial soil layer and its mechanical structure (content of colloid particles). Depending on these parameters, the depth of infiltration of oil and petroleum products into soil ranges in a wide interval from 0.7 m up to 0.008 m during observation over the process from 30 to 39 days.
