

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт
Факультет «Механико-технологический»
Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»

Рецензент, _____
_____/_____/_____
« ____ » _____ 2019 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой БЖД
_____/ А.И. Сидоров /
« ____ » _____ 2019 г.

Пожарная опасность нефтеразливов на почве

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)
ЮУрГУ – 20.04.01.2019.239 ВКР МД

Научный руководитель, доцент
_____/А.И. Солдатов/
« ____ » _____ 2019 г.

Автор диссертации
студент группы П-267
_____/А.А. Золотарева/
« ____ » _____ 2019 г.

Нормоконтролер, доцент
_____/Г.А. Полунин/
« ____ » _____ 2019 г.

РЕФЕРАТ

Золотарева А.А. Пожарная опасность нефтеразливов на почве – Челябинск: ЮУрГУ, П-267, 2019. – 64 с., 8 ил., 9 табл., библиогр. список – 50 наим.

В ходе работы выявлено пожароопасное влияние нефтепродуктов на почвенную среду. Разлив нефти и нефтепродуктов – одна из наиболее сложных и трудоемких проблем, поскольку в них содержатся как тяжелые, так и летучие углеводороды. Данную проблему, на сегодняшний день, в основном рассматривают с экологической точки зрения, а со стороны пожароопасности затрагивают меньше.

Горение нефтепродуктов стало повсеместным явлением, поскольку почти во всех сферах человеческой деятельности принимают участия горючие вещества, полученных из нефти, пусть то бытовая сфера или промышленная. Любое неосторожное действие или халатное отношение к нефтепродуктам приводит в последствие к пожарам, которые возникают как на водной поверхности, так и в особенности на грунтовой. Поэтому изученность вопроса влияние горючих веществ (производных от нефти) на почвенную среду очень важно для профилактики и предотвращения пожаров.

SYNOPSIS

Zolotareva A. Fire danger of oil spills on the soil – Chelyabinsk: SUSU, P-267, 2019. – 64 p., 8 il., 9 tabl., bibliografy – 50.

In the frame of the scientific paper, the fire-dangerous effect of oil products on the soil environment was revealed. Oil and oil products spills are one of the most difficult and time-consuming problems, as they contain both heavy and volatile hydrocarbons. This problem, today, mainly considered from an environmental point of view, and from the fire affect less.

Burning petroleum products is a widespread phenomenon, since in almost all spheres of human activity involved flammable substances derived from petroleum, be it domestic or industrial field. Any careless action or negligent attitude to oil products leads to fires that occur both on the water surface and especially on the ground. Therefore, the study of the impact of combustible substances (derivatives of oil) on the soil environment is very important for the prevention and prevention of fires.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 5 |
| 1 ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ НЕФТЬЮ И НЕФТЕПРОДУКТАМИ..... | 7 |
| 1.1 Нефть и специфика нефтяного загрязнения почвогрунтов | 7 |
| 1.2 Характеристика нефтеразливов и нефтепродуктов | 13 |
| 2 ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЧВО-ГРУНТА И ГОРЮЧИХ ВЕЩЕСТВ. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ | 46 |
| 2.1 Характеристика экспериментальных образцов грунта | 46 |
| 2.2 Характеристика экспериментальных горючих веществ | 48 |
| 3 АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПРОЛИВА ИНДИВИДУАЛЬНОГО НЕФТЕПРОДУКТА НА ГРУНТ | 53 |
| 4 АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПРОЛИВА СМЕСИ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ГРУНТ | 56 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 58 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | 60 |

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы: Наиболее распространенным загрязнением техногенного характера, несущий экологическую и пожарную опасность, являются нефть и нефтепродукты.

Нефтепродукты – это смеси углеводородов, а также индивидуальные химические соединения, получаемые путем переработки нефти и попутных нефтяных газов.

Нефтяные компоненты при разливах попадают в различные элементы природной среды. При попадании в почвенный слой они могут формировать системы пористого почвенного слоя с нефтепродуктом, которые при определенных условиях могут стать пожароопасными.

Пожар, при разливе нефтепродуктов на почвы определяется как разлитие воспламеняющейся жидкости, горящей устойчивым диффузионным пламенем. На площадках с твердым покрытием возможный переход нефтепродуктов в приземный слой атмосферы (и, соответственно, потенциальное образование пожароопасных смесей) будет происходить с поверхности зеркала разлившейся жидкости. Однако на объектах хранения, транспортировки, переработки нефти и нефтепродуктов испарение жидкости может происходить не только с поверхности зеркала этой жидкости, но и с поверхности почвы.

При поступлении разлившегося нефтепродукта в почвенный слой, испарение летучих продуктов будут происходить из дисперсной почвенной среды, пропитанной нефтепродуктом. Возможны случаи, когда нефтепродукт заполняет все поровое пространство почвы и образует на поверхности скопление жидкой фазы. При этом создаются условия для пожара разлития. При неполном заполнении горючей жидкостью порового пространства также возможно загорание системы.

Цель работы: исследование пожароопасных свойств почвенной системы, пропитанных нефтепродуктами

Реализация цели требует постановки и решения следующих основных задач исследования:

- экспериментальная оценка пожароопасности почв, пропитанных индивидуальным нефтепродуктом и смесью из нескольких горючих веществ;
- обработка и анализ полученных результатов;
- выявление менее пожароопасного грунта.

Объект исследования: разные виды почв, пропитанные нефтепродуктами.

Предмет исследования: экспериментальная оценка температур вспышки системы «почва-нефтепродукт».

Научная новизна работы: состоит в оценке пожарной опасности почвенных систем, пропитанных как индивидуальным нефтепродуктом, так и смесью из нескольких горючих веществ.

Справочные источники указывают на температуры вспышки чистых нефтепродуктов, но отсутствует информация по системам почва-нефтепродукт и почва- смесь нефтепродуктов.

Апробация результатов исследования: результаты работы представлены на XIV Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием г. Челябинск (февраль 2019 г)

Публикации: по материалам диссертации опубликовано четыре статьи.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка.

Объем работы: содержит 64 страницы машинописного текста, 9 таблиц, 8 рисунков. Библиографический список включает 50 источников.

1 ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ НЕФТЬЮ И НЕФТЕПРОДУКТАМИ

1.1 Нефть и специфика нефтяного загрязнения почвогрунтов

Нефть – полезное ископаемое, представляющее из себя маслянистую жидкость. Это горючее вещество, часто черного цвета, хотя цвета нефти в разных районах различаются. Она может быть и коричневой, и вишневой, зеленой, желтой, и даже прозрачной. С химической точки зрения нефть – это сложная смесь углеводородов с примесью различных соединений, например, серы, азота и других. С химической точки зрения обычная (традиционная) нефть состоит из следующих элементов:

- углерод – 84 %;
- водород – 14 %;
- сера – 1 – 3 % (в виде сульфидов, дисульфидов, сероводорода и серы как таковой);
- азот – менее 1 %;
- кислород – менее 1 %;
- металлы – менее 1 % (железо, никель, ванадий, медь, хром, кобальт, молибден и др.).

Соли – менее 1 % (хлорид кальция, хлорид магния, хлорид натрия и др.)

Технологический цикл нефтяной промышленности состоит из нескольких основных процессов. На базе технологического цикла организована нефтяная промышленность.

На рисунке 1 представлены основные стадии технологического цикла. Весь цикл делится на два блока: первый блок, *upstream*, т. е. вверх по течению (от разведки до добычи и транспортировки). Второй блок называется *downstream* – от переработки до продажи нефтепродуктов.

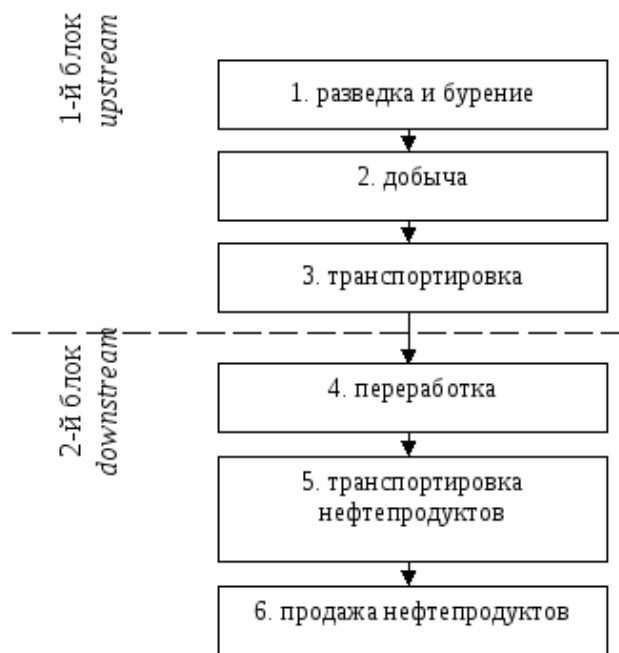


Рисунок 1 – Технологический цикл нефтяной промышленности

Задачами нефтедобычи являются рациональная разработка нефтяных залежей наиболее эффективными способами, обеспечивающими максимальное извлечение подземных запасов в заданные сроки; организация сбора нефти и предварительной очистки продукции.

При добыче, транспортировке, переработке, разливах происходит утечка нефти, что связано с несовершенством производственного цикла.

Потери нефти составляют около 50 млн. тонн в год. В районах нефтедобывающей промышленности региональный геохимический фон содержания углеводородов варьируют в достаточно широких пределах: от 10 до 500 мг/кг сухого веса почвы.

В результате нефтяного загрязнения большие площади оказываются непригодными для хозяйственного использования.

Наибольшую пожарную и экологическую опасность представляют аварийные ситуации: фонтанирование скважин, образование грифонов, утечки загрязнителей из резервуаров, при разрывах трубопроводов, пожарах и т.д.

Пожары разлития изучены в основном применительно к сжиженным природным и сжиженным нефтяным газам. В тех случаях, когда воспламеняющееся вещество неоднородно по своему химическому составу, интенсивность пожара будет падать, поскольку более летучие компоненты отделяются первыми, оставляя относительно нелетучий остаток. Самой крайней формой проявления пожара разлития является горение нефти, содержащей углеводороды C5 – C25 и выше. В то же время указывается, что, скажем, для смазочного масла возникновение пожара разлития возможно только при устойчивом внешнем источнике зажигания. Таким устойчивым источником зажигания при развившемся пожаре может стать тепловое излучение от горящих легких нефтяных компонентов, которые отсутствуют в смазочных маслах [10].

Характер, динамика и факторы, влияющие на развитие пожаров, на сегодняшний день, лучше изучены в водной среде. Вопрос загрязнения нефтью Мирового океана является актуальной экологической проблемой из года в год. В то же время проблемы загрязнения нефтью и нефтепродуктами почвенного грунта практически не изучены. Установлено, что на скорость выгорания влияет химический состав, размер разлития, скорость ветра. Так же на развитие процесса горения грунта влияют вид и концентрации нефтепродукта, а также тип и свойства почвенной системы. В таких системах собственно горючим материалом является мелкодисперсная горючая жидкость, однако применять к ним показатели пожарной опасности, используемые для жидких горючих веществ и материалов, неприемлемо. Если же рассматривать всю систему как твердый горючий материал, то можно было бы применить к ней такие показатели пожарной опасности, как группа горючести, индекс распространения пламени, температура тления и ряд других. Но дело в том, что данные системы не являются собственно твердым горючим материалом. Они, как и пыли, относятся к многофазным дисперсным системам. Очевидно, что для рассматриваемых систем большое влияние на пожароопасные характеристики должна оказывать концентрация нефтепродукта в пористой среде. В системах почва – нефтепродукт возможно

образование таких концентраций нефтепродуктов, при которых может возникнуть устойчивое горение. Однако концентрационных показателей пожарной опасности для дисперсных систем, содержащих горючие жидкости, не существует. Наименьшую концентрацию нефтепродукта в почве, при которой возможно зажигание и устойчивое горение системы, можно было бы определить, как концентрацию зажигания системы $C_{\text{заж}}$, называя зажиганием пламенное горение, инициированное источником зажигания и продолжающееся после его удаления [5].

Системы почва – нефтепродукт в зависимости от механического состава почв могут быть как грубодисперсными, так и коллоидными.

В первом случае нефтепродукт выделяется в отдельную фазу, и процесс испарения жидкости, лимитирующий интенсивность горения, происходит так же, как и при обычном пожаре разлития. Почвенные коллоиды определяют большинство почвенных свойств, включая влагоемкость, фильтрационные характеристики, способность удерживать катионы и т. д.

В случае гелеобразного состояния системы с наноструктурной организацией процесс испарения жидкости и создание концентрации паров, способных к пламенному горению, определяется фазовыми равновесиями и с трудом поддается теоретическому обоснованию.

В состав сырой нефти входят газообразные углеводороды (до 5 %), вода (до 10 %), тяжелые металлы, минеральные соли (в основном хлориды – до 4 %), радиоактивные элементы. В нефти в значительных количествах (0,001 – 14 %) могут присутствовать соединения серы и встречаются в виде элементарной серы, сероводорода, сульфидов, дисульфидов, меркаптанов, а также сера входящей в состав органических соединений, содержащих кислород и азот.

В состав нефтепродуктов могут входить микроэлементы ртуть, мышьяк, свинец, кобальт, никель, медь, ванадий, марганец, железо и другие, что является дополнительным источником загрязнения окружающей среды.

В результате загрязнения почвенного покрова нефтью и нефтепродуктами происходят существенные изменения морфологических свойств почвы.

Глубина просачивания нефти может охватить только верхние горизонты в пределах 5 – 15 см, либо достигать одного-двух метров, при этом высота битуминозного слоя может достигать 40 – 50 см.

Верхняя часть нефтезагрязненной почвы становится смолисто-черной окраски, происходит склеивание отдельных структурностей. Нефть вызывает закупорку капилляров почвы, сильно нарушается аэрация, создаются анаэробные.

Впитывание нефти зависит от состава почв (механического), так в почвах легкого механического состава –отложениях гравистого типа, песках, супесях, а также иных породах проникновение нефти и нефтепродуктов может достигать до 9 м. При дальнейшем продвижение вниз насыщаемость нефтью в грунте снижается. Последующее движение нефти в грунтовых водах прекращается, и легкие фракции нефти начинают всплывать на поверхность.

На миграцию нефтяного загрязнения существенное влияние оказывает сорбционная способность почвогрунтов, зависящая от свойств грунтов, первую очередь от капиллярных сил. Капиллярные силы определяются гранулометрическим составом грунта и его влажностью.

Было исследовано, что чем более увлажнена почва, тем выше скорость радиального и латерального перемещения нефти и тем меньше возможность внутрипочвенного закрепления нефти. Почвы, насыщенные водой сорбируют только остаточное количество нефтепродуктов в форме жидкой фазы. Если содержание нефти больше остаточного количества, то избыток нефти мигрирует в слои почвы с более низкой влажностью.

В почвах, загрязненных нефтью и нефтепродуктами происходит увеличение рН водной суспензии на 2 – 3 единицы в верхних слоях почв. При загрязнении нефтью происходит накопление углеводов в почве, что приводит к увеличению запасов углерода во всех генетических горизонтах. Нефть

и нефтепродукты, содержащиеся в почве, подавляют реакции нитрификации, аммонификации, таким образом, снижая самоочищающую способность.

Большую опасность для почв представляют аварийные выбросы. На рисунке 2 показан пример нефтеразлива, произошедшего вследствие аварии в Мексиканском заливе.



Рисунок 2 – Нефтеразлив в мексиканском заливе

Через заколонное пространство скважин при некачественном цементировании и через неисправные коммуникации возможно попадание загрязнителей на поверхность. К загрязнению почв и вод приводит также перелив накопительных емкостей.

Пруды-отстойники, нефтеловушки и земляные амбары в настоящее время заменяются металлическими емкостями. Однако на старых нефтепромыслах они еще продолжают эксплуатироваться постоянно или в аварийных ситуациях. Экранирующий материал, использующийся при сооружении прудов-отстойников, как показывает опыт их эксплуатации, не обеспечивает надежной защиты от фильтрующихся стоков. Разливы сточных и пластовых вод на участках водоводов и нефтепроводов, нефтяных и нагнетательных скважин являются случайными, но значительными по площади и протяженности источниками загрязнения подземных вод.

Попадание нефти при аварийных разливах, утечках и других незапланированных выбросах на территориях нефтедобывающих комплексов или по трассам магистральных трубопроводов приводит к формированию в почвах ореолов загрязнения – техногенных аномалий, которые в случае возгорания приводят к катастрофическим последствиям.

1.2 Характеристика нефтеразливов и нефтепродуктов

В приказе Министерства природных ресурсов установлена норма значения нижнего уровня разлива нефти и нефтепродуктов для отнесения аварийного разлива к чрезвычайной ситуации. Данные нормативы отображены в таблице 1. Показатели загрязненности отображены в соответствии в видеом промышленных площадок, т.е с наличием твердого покрытия и без него. Тип почвы и характера попавших в нее нефтепродуктов не учитываются.

Таблица 1 – Значение нижнего уровня разлива нефти и нефтепродуктов для отнесения аварийного разлива к чрезвычайной ситуации, в тоннах.

| Источник загрязнения | Вид загрязнения | Промышленные площадки с твердым покрытием | Промышленные площадки без покрытия |
|---|-----------------------|---|------------------------------------|
| Разведочные и эксплуатационные скважины | Нефть | 40 | 20 |
| Крупнотоннажные стационарные хранилища | Нефть | 30 | 15 |
| | Тяжелые нефтепродукты | 40 | 20 |
| | Легкие нефтепродукты | 20 | 7 |
| Мелкотоннажные хранилища | Нефть | 10 | 5 |
| | Тяжелые нефтепродукты | 10 | 7 |
| | Легкие нефтепродукты | 20 | 5 |

В постановлениях Правительства РФ разливы нефти и нефтепродуктов на местности классифицируются как чрезвычайные ситуации, исходя из объема и площади разлива. Выделяются чрезвычайные ситуации локального значения (до 150 тонн нефти), муниципального значения (от 200 до 450 тонн нефти), территориального значения (от 500 до 1000 тонн нефти), регионального значения (от 1500 до 6000 тонн нефти), федерального значения (свыше 7000 тонн нефти). Значения нижнего уровня разлива нефти и нефтепродуктов, обозначенные в приказе Министерства природных ресурсов, следует отнести к ЧС локального значения.

При разливе нефтепродуктов провоцируется пожар разлития жидкости, горящей устойчивым диффузионным пламенем [6]. При диффузионном горении процесс горения определяется, как скорость подвода компонентов в зону горения; для пожара разлития хаарктеризуется скоростями испарения и смешения паров с кислородом воздуха.

Выявлено, что на площадках с твердым покрытием возможный переход нефтепродуктов в приземный слой атмосферы а, значит и потенциальное образование пожароопасных смесей сможет происходить с поверхности разлившейся жидкости. Вместе с тем на объектах транспортировки, хранения, переработки нефти и нефтепродуктов испарение жидкости протекает не только с поверхности этой жидкости, но и с поверхности структуры пористого типа, пропитанной горючей жидкостью.

В случае проникновения разлившегося нефтепродукта в почво-грунт его влияние будет пагубно отражаться на всех фазах почвенного покрова, а испарение летучих продуктов будут протекать из дисперсной почвенной среды, пропитанной нефтепродуктом.

Ясно, что процессы, происходящие в обоих случаях, будут иметь не аналогичную физическую природу. Когда нефтепродукт заполняет все пространство почвы (в частности поровое) и образует на поверхности жидкой фазы, образуются условия для пожара разлития.

Выявлено, что и при неполном заполнении горючей жидкостью порового пространства также возможно загорание системы. Нет оснований полагать, что такие ситуации являются пожарами разлитий, хотя они и не полностью укладываются в приведённые определения. Можно условно называть такие явления пожарами разлития в пористых структурах.

На пожарную опасность нефтяных разливов и разливов их продуктов очень влияет однородность горючего вещества. Когда воспламеняющееся вещество не однородно по своему химическому составу, интенсивность пожара будет стремиться к минимуму, поскольку более летучие компоненты обособляются первыми, оставляя относительно нелетучий остаток.

Наиболее опасной формой пожара разлития является горение нефти, содержащей углеводороды $C_5 - C_{25}$ и выше. Выявлено, что для тех же самых смазочных масел появление пожара разлития возможно только при устойчивом внешнем источнике зажигания. В качестве источников зажигания при развившемся пожаре может выступить тепловое излучение от горящих легких нефтяных компонентов, которые отсутствуют в смазочных маслах [6].

Динамика, характер, и факторы, оказывающие влияние на развитие пожаров разлития в почвах, практически не изучены. Очевидно, что помимо типа и свойства почвы, на ход процесса горения большое влияние должны оказывать вид и концентрации нефтепродукта. Все нефтепродукты обладают своими уникальными как физическими, так и химическими свойствами. Каждый нефтепродукт (или их смесь) обладает своими показателями вязкости, плотности, температуры кипения, теплоты сгорания, молекулярной массы, и т.д. Каждый из этих параметров определяет пожароопасные свойства горючего вещества. Поэтому при ликвидации разлива нефти и нефтепродуктов помимо времени года, суток, рельефа местности, неблагоприятных гидрометеорологических условий, экологических особенностей, должны учитываться индивидуальные особенности горючего вещества.

К главным видам нефтепродуктов относятся:

- топливо (бензин, керосин, дизельное топливо);
- растворители;
- ГСМ;
- нефтехимическое сырье;
- электроизоляционные составы.

Первый и второй вид нефтепродуктов появляется после первичной переработки нефти и применяется в повседневной жизни чаще других видов. Различные виды топлива и растворителей используются в косметической сфере, строительстве дорог и домов. А так данные направления деятельности человека имеют массовое распространения, то и вопросы пожароопасности разливов различного рода топлива и растворителей являются актуальными.

В целях изучения пожароопасных свойств почв, пропитанных нефтепродуктами были выбраны два вида горючих веществ, являющимися производными от нефти это керосин и уайт-спирит.

Керосин – смеси углеводородов (от C_{12} до C_{15}), выкипающие в интервале температур 150 – 250 °С, прозрачная, слегка маслянистая на ощупь, горючая жидкость, получаемая путём прямой перегонки или ректификации нефти.

В зависимости от химического состава и способа переработки нефти, из которой получен керосин, в его состав входят:

- предельные алифатические углеводороды (C_nH_{2n+2}) – 20 – 60 %;
- нафтеновые углеводороды (C_nH_{2n}) – 20 – 50 %;
- бициклические ароматические – 5 – 25 %;
- непредельные углеводороды – до 2 %;
- примеси сернистых, азотистых или кислородных соединений.

В таблице 2 представлен состав углеводородов на примере авиационного керосина.

Таблица 2 – Состав углеводородов в различных видах авиационного керосина

| Вид керосина | Алканы | Циклоалканы | Арены | Олефины |
|--------------|-------------|-------------|--------------|-----------|
| Т – 1 | 32,0 – 50,7 | 34,6 – 52,4 | 14,3 – 15,6 | 0,4 – 0,5 |
| ТС – 1 | 58,7 – 62,2 | 21,4 – 24,4 | 15,4 – 16,2 | 0,7 – 1,0 |
| Т – 2 | 59,0 – 66,0 | 18,8 – 29,3 | 11,4 – 15,10 | 0,1 – 0,3 |

Физические свойства керосина весьма разнообразны. К базовым относят те, которые влияют на качество и сферу применения вещества.

Степень плотности является широко применяемой характеристикой нефтепродуктов. Для ее определения используется относительная величина. Так при 18 – 20 °С, она будет достигать от 760 до 870 кг/м³. Во время расчетов необходимо учитывать важность температуры вещества, действительную плотность продукта и дистиллированной воды.

На вязкость керосина влияет его состав. Чем выше температура вещества, тем ниже данный показатель. Рассматриваемая характеристика отражается на:

- свойствах эксплуатации топливных систем;
- качестве образуемой смеси;
- процессах сгорания в двигателе;
- при 20°С уровень вязкости составит 1,2 – 4,5 мм²/с.

Чтобы керосин послужил арктическим топливом, в него нужно добавлять присадки, повышающие метановое число и снижающие износ двигателя.

Химический состав керосина отражается на температуре его вспышки. Величина показателя от 30 °С до 65 °С определяет уровень пожарной безопасности вещества. Все нормы регламентируются действующими ГОСТами.

Рассматриваемая характеристика демонстрирует количество выделенного тепла при абсолютном сгорании массовой единицы сырья. Для керосина показатель составляет от 41,9 до 43,0 МДж/кг.

К важным техническим характеристикам керосина можно отнести повышенную испаряемость. Содержание паров в воздухе до 350 мг/м³ является не опасным для человека. При работе с топливом также необходимо учитывать его высокий уровень воспламеняемости – возгорание при температуре 58 °С, самовоспламенение при температуре 215 °С.

Арены, входящие в состав керосинов (алкилбензолы, нафталин и его гомологи) плохо горят. Теплота их сгорания на 11 – 12 % ниже, чем у остальных углеводородов. Они способствуют образованию нагара на деталях двигателей, кристаллизуются при низких температурах и забивают топливные фильтры. Поэтому присутствие в данных топливах этого класса углеводородов нежелательно.

Показатели «высота некоптящего пламени» характеризует нагарообразующую способность топлива, которая является следствием плохого сгорания аренов.

Керосин получается путём перегонки или ректификации нефти, а также вторичной переработкой нефти. При необходимости подвергается гидроочистке.

Гидроочистка керосиновых фракций направлена на снижение содержания серы и смол в реактивном топливе. Сернистые соединения и смолы вызывают коррозию топливной аппаратуры летательных аппаратов и закоксовывают форсунки двигателей. В таблице 3 показана разница между показателями качества керосина до и после гидроочистки.

Таблица 3 – Качество керосина до и после гидроочистки

| Показатель | Исходное горючее вещество | Очищенное горючее вещество |
|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Плотность кг/м ³ | 785 | 778 |
| Температура вспышки, °С | 30 | 30 |
| Температура застывания, °С | – 62 | – 64 |

Керосин применяют как реактивное топливо, горючий компонент жидкого ракетного топлива, горючее при обжиге стеклянных и фарфоровых изделий, для бытовых нагревательных и осветительных приборов, в аппаратах для резки

металлов, как растворитель (например, для нанесения пестицидов), сырьё для нефтеперерабатывающей промышленности. Керосин может использоваться как заменитель зимнего и арктического дизтоплива для дизельных двигателей. Для многотопливных двигателей (на основе дизеля) возможно применение чистого керосина. Допускается добавление до 20 % керосина в летнее дизельное топливо для снижения температуры застывания, при этом не ухудшаются эксплуатационные характеристики. Применяется так же для промывки механизмов, для удаления ржавчины.

Основные виды керосина:

- авиационный керосин (ТС);
- керосин технический (КТ);
- керосин осветительный (КО).

КТ используют как сырьё для пиролизического получения этилена, пропилена и ароматических углеводородов, в качестве топлива в основном при обжиге стеклянных и фарфоровых изделий, как растворитель при промывке механизмов и деталей. Деароматизированный путём глубокого гидрирования керосин (содержит не более 7 % ароматических углеводородов) – растворитель в производстве ПВХ полимеризацией в растворе. В керосин, используемый в моечных машинах, для предупреждения накопления зарядов статического электричества добавляют присадки, содержащие соли магния и хрома.

КО применяют в основном в керосиновых и калильных лампах и, кроме того, в качестве топлива в аппаратах для резки металлов и в бытовых нагревательных приборах, как растворитель в производствах пленок и лаков, при пропитке кож и промывке деталей в электроремонтных и механических мастерских. В случае использования по главному назначению, качество этого керосина определяется преимущественно высотой некопящего пламени (ВНП), а также температурами вспышки и помутнения (температура выпадения кристаллов твердых углеводородов из керосина; характеризует его работоспособность при сравнительно низкой температуре окружающего воздуха), минимальным

содержанием S (керосин должен сгорать без выделения вредных для человека продуктов) и цветом. ВНП определяет способность керосина гореть в стандартной фитильной лампе (диаметр фитиля 6 мм) ровным белым пламенем без нагара и копоти; численные значения этого показателя входят (в мм) в обозначения марок керосина. Существенное влияние на ВНП оказывают фракционный и химический состав керосина. Для предотвращения обугливания фитиля и засорения его пор смолами, нафтеновыми кислотами и др. (вследствие чего уменьшаются подача керосина по фитилю и сила света) в высококачественном керосине должно быть максимальное количество легких фракций. Поэтому в составе осветительного керосина предпочтительны повышенное содержание предельных алифатических углеводородов и пониженное ароматических, что приводит к уменьшению нагара и копоти, и увеличению ВНП. Повышению последней и улучшению иных эксплуатационных свойств керосина способствует также его гидроочистка.

ТС делится на реактивное (РТ) и самолетное (ТС) горючее. Используется для смазки топливных систем в двигателях разной авиатехники. Также играет роль хладагент. Имеет повышенную термическую окисляемость и отметку сгорания. Характеризуется стабильностью и устойчивостью к низким температурам.

Уайт-спирит относится к нефтяным растворителям (нефрас). Представляет собой высококипящую фракцию бензина, получаемую в процессе прямой перегонки малосернистой нефти. На рынке распространен регламентированный продукт Нефрас – С4 – 155/200 под коммерческой маркой уайт-спирит. Однако, в последнее время он чаще производится с использованием норм ТУ и немного уступает по качественным параметрам стандартному.

Уайт-спирит, он же Нефрас – С4 – 155/200, принадлежит группе смешанных растворителей (в обозначении индекс С), в состав которых в концентрации не выше 50 % входят углеводороды всех классов: алифатические (парафиновые, изопарафиновые, нафтеновые) и ароматические.

Количество ароматических углеводородов в смеси равное 16 %. Температура по Цельсию в пределах кипения. Не содержит посторонних механических примесей, воды, водорастворимых кислот и щелочей.

Уайт-спирит является жидкостью, маслянистой на ощупь, бесцветной, с неприятным керосиновым запахом.

Отличается способностью:

- быстро растворять органические соединения, растительные масла и жиры, некоторые каучуки, эпоксиэфиры;

- эффективно обезжиривать металлические поверхности;

- быстро испаряться;

- легко воспламеняться;

- имеет низкий уровень токсичности, вдыхание паров может дать наркотический эффект;

- агрессивным коррозионным действием из-за наличия соединений серы;

- как химическое соединение стабильно и практически не образует отложений.

Зарубежные аналоги уайт-спирит (нефрас – С4 – 155/200) имеют некоторые отличия по характеристикам, в первую очередь, у них отсутствует резкий специфический запах, что делает их экологически безопасными.

На стадии дополнительных обработок средство очищается от избытка ароматических углеводородов. Вместе с тем, импортный препарат лишается и части растворяющих свойств.

Следует отметить, что плотность Уайт-спирит, изготавливаемого по ТУ, отличается в худшую сторону и равна 0,78 г/см³, а массовая доля ароматических углеводородов достигает 18 %. Основные показатели вещества по ГОСТ приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Основные показатели уайт-спирита

| Наименование | Показатель |
|--|-------------------------|
| Максимальная плотность при 20 °С | 0,790 г/см ³ |
| Фракционный состав: температура начала кипения | 160 °С |
| Фракционный состав: 10 % перегоняется при температуре | 170 °С |
| Фракционный состав: 90 % перегоняется при температуре | 195 °С |
| Фракционный состав: 200 % перегоняется при температуре | 98 °С |
| Фракционный состав: остаток в колбе после перегонки | не более 6 % |
| Температура вспышки | не ниже 33°С |
| Летучесть по ксилолу | 3,0 – 4,5 |
| Массовая доля ароматических углеводородов | не более 16 % |

Уайт-спирит нашел широкое применение в лакокрасочной, резиновой, лесохимической, легкой и пищевой промышленности. Активно используется в машиностроении, автоделе, при изготовлении кровельно-битумных материалов. Популярен в быту на строительных площадках и при проведении ремонтов благодаря своей универсальной функциональности и невысокой цене.

Основная функция уайт-спирита – разбавления красок, эмалей, лаков и другого лакокрасочного ассортимента на масляной, алкидной основах, шпатлевок МЧ, МС марок, грунтовок, олифы.

Его используют для придания нужной вязкости мастикам, антибактериальным средствам для обработки древесины.

Уайт-спирит эффективно обезжиривает и очищает детали промышленного оборудования, автомобили, различные поверхности под дальнейшее покрытие, окрашивание.

Большое распространение получил в быту, а именно при ремонтных работах. Растворитель из-за своей цены и возможностью его использования при любой работе очень популярен. Он очищает предметы, загрязнённые краской, монтажной пеной и силиконом. Используется для обезжиривания перед

покрасочными работами. Обезжиривание и отмывание загрязнений осуществляется с помощью смоченной растворителем ветошью. Используя свойство растворять алкиды, его достаточно добавить в краску и перемешать до однородной массы. В качестве растворителя обычно добавляют от 10 до 30 процентов вещества. Оставшимся количеством можно отмыть руки, кисти и валики. Уайт-спириту присущи качества керосина. То есть его возможно использовать там, где применяется настоящий керосин. При кровельных работах им удаляют загрязнения, полученные от битум.

Преимущества уайт-спирит по сравнению с иными растворителями заключаются в невысокой токсичности – характеризуется 4 классом (вещества малоопасные) по вредности для организма, отсутствию серьезных последствий при случайном контакте с кожей. Является легковоспламеняющейся жидкостью, огнеопасен.

Часто используют уайт-спирит в автомобильной промышленности и в автосервисе – для обезжиривания поверхностей различных деталей машин, промывки узлов, разбавления и приготовления автомобильных мастик на основе битума, резинобитума и сланца.

В кожевенной промышленности данный тип растворителя используют для разбавления составов, применяемых для выделки кож, для придания им определенных свойств, а также для обезжиривания материала. Используют уайт-спирит и в фармацевтической промышленности – в технологических процессах производства медицинских препаратов.

1.3 Характеристика почв в Челябинске и Челябинской области

На развитие процесса горения разлива нефтепродукта на грунте влияют не только вид и концентрации нефтепродукта, но также тип и свойства почвенной системы.

Челябинская область расположена в трёх природных зонах: лесостепной, степной и лесной.

Лесная насыщена следующими видами почв: тёмно-серыми лесными оподзоленными, серыми лесными оподзоленными и светло-серыми лесными оподзоленными.

В лесостепной зоне преобладающими видами почв являются светло-серые лесные оподзоленные почвы и выщелоченные чернозёмы. На севере и востоке основное место занимают оподзоленные чернозёмы, солонцы, солончаки и солончаковые чернозёмы. Между Чебаркулями и Верхнеуральском расположены тучные чернозёмы с высоким содержанием гумуса.

В степной зоне преобладают чернозёмы: в Верхнеуральском районе – обыкновенные и тучные, в Карталинском районе – южные и темно-каштановые почвы, выщелоченные и солонцеватые чернозёмы и солонцы.

Уральская горная область и горнолесная зона охватывает западные и северо-западные районы области и представлена рыхлыми почвообразующими породами, имеющими наибольшую обширность в межгорных котловинах и долинах. Под покровом хвойных лесов в этой зоне образовались темно- и светло-серые лесные почвы. В этих почвах довольно низкое содержание гумуса (2 – 6 %). Средняя мощность – около 50 см, большое содержание глинистых частиц. Лесостепная зона охватывает северо-восточные и центральные районы области.

Данная территория обильно насыщена черноземами обыкновенными и выщелоченными, с высоким содержанием гумуса (7– 11 %) и достаточно мощным почвенным слоем (40 – 70 см). В основании березовых лесов сформировались дерново-подзолистые лесные почвы, а на востоке зоны, при высоком стоянии подземных вод, осолоделые почвы.

Зона степного характера охватывает Челябинскую область с южной стороны. К растительности данной зоны относятся чернозёмы южные, обыкновенные, темно-каштановые, выщелоченные, осолоделые, а также солонцы, солончаки, аллювиальные почвы. Чернозёмы обыкновенные составляют около 45 %,

выщелоченные – 25 %. Эти почвы имеют место на равнинной и холмистой местности. Обычно подпочвенными породами являются коричнево-бурые карбонатные суглинки. Мощность гумусового слоя равна 30 – 40 см, содержание гумуса в верхних горизонтах 4,5 – 8 % (редко 9 – 10 %). В степной зоне часто встречаются солонцы, солончаки, солоды. На них приходится около 11 %

Набор тех или иных видов почв в определенном районе в большой степени определяется климатом, растительностью, рельефом, уровнем стояния грунтовых вод. Эти же причины обуславливают приемы хозяйствования человека на земле. Преобладающими почвами в области являются серые лесные в горно-лесной зоне и черноземы в лесостепной и степной зонах.

Зона горно-лесного типа охватывает западные и северо-западные районы области. Рыхлые породы (супеси, глины, суглинки,) имеют наибольшую мощность в долинах, межгорных котловинах – 6 – 8 м. На склонах гор мощность таких образований мала, кое-где они совсем отсутствуют, на поверхность выходят скальные породы. Под пологом хвойных лесов в этой зоне образовались темно- и светло-серые лесные почвы. В них довольно низкое содержание гумуса (4 – 6 %). Средняя мощность – около 50 см, большое содержание глинистых частиц. Почвы горно-лесной зоны подвержены водной эрозии.

Лесостепная зона охватывает северо-восточные и центральные районы области. На этой территории формируются черноземы обыкновенные и выщелоченные, с высоким содержанием гумуса (7 – 10 %) и достаточно мощным почвенным слоем (30 – 60 см).

Под пологом березовых лесов сформировались дерново-подзолистые лесные почвы, а на востоке зоны, при высоком стоянии подземных вод, – осолоделые почвы.

Природные условия лесостепи, распаханность целины способствуют развитию эрозионных процессов. На местности, прилегающей к реке Уй, проявляется ветровая эрозия, местами отмечается оврагообразование.

Зона степного типа охватывает Нагайбакский, Карталинский, Агаповский, Брединский, Варненский и Кизильский районы. Одним из климатических недостатков данного района является недостаток увлажнения.

В основании степной растительности образовались черноземы обыкновенные, выщелоченные, южные, темно-каштановые, осолоделые, а также солонцы, солончаки, аллювиальные почвы. Черноземы обыкновенные в этой обширной гамме почв составляют около 30 %, выщелоченные – 25 %. Эти почвы развиваются на равнинной и холмистой местности.

Обычно подпочвенными породами являются коричнево-бурые карбонатные суглинки. Мощность гумусового слоя равна 30 – 40 см, содержание гумуса в верхних горизонтах 4,5 – 8 % (редко 9 – 10 %).

В этой зоне часто встречаются солонцы, солончаки, солоды, особенно в Брединском районе. На них приходится около 11 % всех земель. Отличительной (и главной) особенностью этих почв является наличие на глубине 5 – 18 см горизонта, в котором присутствует натрий в количестве 20 % и более. Солонцовый горизонт отличается высокой плотностью в сухом состоянии, вязкостью, плохой воздухо- и водонепроницаемостью при увлажнении, что делает эти почвы неплодородными.

В Карталинском и Брединском районах, т.е. на юге области, в условиях полузасушливого климата и преобладания степной растительности образовались черноземы южные. Они маломощны (17 – 45 см). Содержание гумуса в них невысокое – 5 – 7 %.

К почвам азонального типа (встречаются в разных зонах), кроме солонцовых разновидностей, относятся болотные, луговые и пойменные или аллювиальные.

Луговые почвы довольно широко встречаются как в лесостепной, так и в степной зонах, где они занимают значительные площади вдоль долин рек, ручьев, по лощинам и т. д. Образуются они при неглубоком (1,7 – 3,1 м) залегании грунтовых вод, что отражается на химическом составе самих почв.

Почвообразующими породами выступают, как правило, карбонатные глины. Мощность гумусового слоя чаще небольшая (до 27 см), но содержание гумуса может быть очень высоким. Именно среди этого типа почв сохраняются небольшие по площади участки, где гумуса содержится до 12 – 14 %, в основном же его здесь 7 – 9 %.

Болотные почвы есть во всех ландшафтных зонах. Приурочены к понижениям рельефа, где обеспечен приток грунтовых вод, в разной степени минерализованных. Болотный процесс почвообразования характеризуется накоплением органических веществ в виде торфа на поверхности почвы и оголением минеральной части профиля.

Пойменные почвы образуются в долинах рек при периодическом затоплении их паводковыми водами. Строение этих почв зависит от многих причин, в том числе продолжительности паводка, залегания грунтовых вод и других. Для профиля пойменных почв характерна слоистость. Особенностью является также мелкopesчанистый, средне- и легкосуглинистый механический состав. По содержанию перегноя пойменные почвы являются малогумусными (3,0 – 3,5 %).

Фактически все почвы области подвержены воздействию человека. Колоссальные массивы земли распахиваются на протяжении многих десятилетий, а кое-где и в течение веков, что приводит к изменению структуры почв. В почву вносятся химические вещества, поддерживающие ее плодородие (удобрения), а также способствующие уничтожению сорняков и вредителей растений (пестициды). Горные разработки и любое строительство (не только механически) влияют на почвенный покров, зачастую уничтожая его, а также вызывают изменение водного режима, также влияющий на состав почвы.

Все земли подразделяются на сельскохозяйственные, а также занятые лесами, поверхностными водами, предприятиями, дорогами и селениями. Земли сельского хозяйства в средних широтах занимают большую часть той или иной территории. Земледелие имеет свою историю в любом районе мира. Размах

хозяйственной деятельности людей прошлого, способы и культура земледелия отражаются, прежде всего, на почвах.

Стоит отметить, что такой человеческий вид деятельности, как земледелие на Урале возникло позднее, чем в других районах страны, однако имеются данные о том, что элементарная обработка земли велась уже в эпоху бронзы. Все последующие века, вплоть до семнадцатого столетия, Южный Урал был пристанищем кочевых народов. Основным занятием населения было

Колонизация территории русскими началась с конца семнадцатого века. Переселенцы начинают примитивными способами вспахивать небольшие участки земли. Основное заселение края началось лишь с 50-х годов восемнадцатого столетия. К этому времени были возведены укрепленные поселения.

Европейская часть России продолжала заселяться более двух веков, до середины двадцатого столетия. Переселенцы освоили приблизительно 4 млн га пахотных земель. Большие угодья были заняты сенокосами, пастбищами. Огромная Оренбургская губерния уже в прошлом веке превратилась в крупнейший район земледелия. Только яровой пшеницей в 1880 году здесь засеивалось свыше 325 тыс. га, а в 1914-м – 1160 тыс. га (почти в четыре раза больше).

Примитивные технологии обработки земли, отсутствие удобрений, частые засухи не позволяли получать стабильных высоких урожаев пшеницы (ею засеивалось свыше 60 % пашни), поэтому прирост урожая чаще всего получали за счет распашки новых земель. При этом сводились участки леса, что приводило к исчезновению ручьев, обмелению рек, усилению ветровой эрозии.

В начале 30-х годов XX столетия на южноуральскую землю приходят трактора, более совершенная сельхозтехника. Перестраивается структура сельского хозяйства, растет население края. Начинается быстрый рост городов, промышленных поселков и сел.

Область постепенно становится не столько сельскохозяйственной, сколько промышленной. Для смягчения экологической ситуации, предотвращения эрозии,

сохранения структуры земель, влаги в степной зоне области постоянно проводились лесовосстановительные работы. Высаживались лесополосы (береза, карагач, сосна, акация), протяженность которых только в Брединском и Кизильском районах достигала 720 км. Кроме того, осуществлялась посадка деревьев на месте сведенных лесов в черте всех степных боров. В 70-х годах сложилась современная структура земельного фонда области.

Среди сельскохозяйственных земель 260 тыс. га занимают сенокосы и 723 тыс. га – пастбища. Садами и огородами занято около 29 тыс. га. Все земли сельскохозяйственного назначения в той или иной степени изменены хозяйственной деятельностью человека и представляют собой уже искусственные агроландшафты. Среди них можно выделить полевой, степной, пастбищный, лугово-пастбищный, садовый и ландшафты смешанного типа. Полевые агроландшафты испытывают постоянное антропогенное воздействие, усиливающееся в весенне-летние месяцы. Оно выражается:

- в распашке, бороновании верхнего слоя почвы;
- в применении химических веществ для сохранения плодородия (удобрений) защиты растений (пестициды);
- в изъятии питательных веществ почвы с урожаем (калий, фосфор, азот);
- в накоплении техногенной пыли и тяжелых металлов в результате промышленных выбросов;
- в засорении бытовым, строительным, промышленным мусором, отходами сельхозпроизводства, нефтепродуктами.

Все это приводит к разрушению структуры почвы, изменению ее химического состава, уменьшению мощности гумусового горизонта и, в конечном счете, к потере плодородия.

Только в 2017 году предприятия Челябинской области выбросили в атмосферу более 1,9 млн тонн загрязняющих веществ, из которых около 0,65 млн тонн приходится на твердые частицы, а 1,25 млн тонн – на газообразные. Воздушными потоками твердые частицы переносятся на большие расстояния (до 10 км),

причем большая их часть выпадает на расстоянии 1 – 3 км от места выброса. Долговременные наблюдения за территорией России из космоса показали наличие крупных площадей загрязнения техногенной пылью.

Что такое техногенная промышленная пыль? Это частицы размером 0,001 – 0,0001 мм, состоящие из искусственных или естественных минералов, образованных при различных технологических процессах (частицы золы, глины, шлаков, извести, флюсов и т. д.). Вместе с этими породными частицами в воздух выбрасываются частицы тяжелых металлов – меди, цинка, свинца, хрома и других элементов. Обычно это небольшая часть общего выброса – 4 – 10 %, однако многолетние, ежедневные выбросы наносят непоправимый вред природной среде. Основным накопителем промышленной пыли является почва. Если нерудные частицы просто покрывают землю и растительность тонким слоем, не давая ей «дышать», то частицы тяжелых металлов, накапливаясь в почве, создают техногенные геохимические аномалии площадью от нескольких десятков квадратных метров до десятков квадратных километров. Они могут долго сохраняться на поверхности почвы, не принося существенного вреда растениям, но при определенном рН среды (интенсивно кислой или интенсивно щелочной реакции) тяжелые металлы образуют соединения, усваиваемые растениями. С пищей они могут попадать в ткани и кости животных и человека и накапливаться там, вызывая те или иные заболевания.

Чаще всего частицы тяжелых металлов потоками воды смываются в реки, озера и накапливаются в донных осадках.

Существуют и другие источники поступления тяжелых металлов в почву. При добыче и перевозке руд часть их рассеивается вдоль дорог и вокруг горных, горно-обогатительных предприятий. Движущийся по многочисленным дорогам автотранспорт, количество которого увеличивается год от года, вместе с выхлопными газами выбрасывает в придорожное пространство очень вредные свинец, бензапирен и другие токсичные вещества.

Исследования загрязненных почв сельскохозяйственного назначения тяжелыми металлами проводились в районах, примыкающих к основным промышленным центрам области: Агаповском, Аргаяшском, Сосновском, Красноармейском, Кунашакском, Саткинском – на площади около 200 тыс. га. Установлено, что загрязнение распределяется очень неравномерно. Основными загрязнителями являются такие элементы, как никель, хром, кобальт, цинк, свинец и некоторые другие элементы. Уровень загрязнения превышает предельно допустимые концентрации металлов в почве (ПДК) в десятки, а иногда и сотни раз.

Загрязнение земель происходит не только за счет выбросов предприятий промышленности, но и за счет веществ, потребляемых самим сельским хозяйством, например, пестицидов. Такое загрязнение называется агрогенным.

Пестицидами называются химические вещества, которые защищают растения от сорняков и вредителей, стимулируют их рост, защищают от болезней. Являясь важнейшим средством сохранения и приумножения урожаев, они в то же время представляют значительную угрозу для окружающей природы. Их остатки загрязняют почву, снижают биологическую активность, накапливаются в листьях и стеблях растений, вызывая их повреждение, убивают насекомых и птиц. Попадая с пищей в организм человека, они вызывают болезни и даже отравления.

Опасное заражение земель происходит и в тех случаях, когда нарушаются нормы хранения или запасы ядохимикатов выбрасываются, складываются в неположенных местах – близ дорог, водоемов. В результате возникают чрезвычайные экологические ситуации, требующие принятия экстренных мер.

Загрязнения нефтепродуктами, горюче-смазочными материалами чаще всего отмечаются вдоль нефте- и продуктопроводов, вокруг складов горючего, на автозаправочных и машиннотракторных станциях. Нередки случаи, когда из-за нарушений правил хранения нефтепродукты проникают в почву, что приводит к ее гибели.

К загрязнениям, довольно часто встречающимся на землях области, относятся и свалки. Они возникают вдоль дорог, у населенных пунктов, в близлежащих оврагах и низинах. Подобные скопления опасны для здоровья и жизни людей, так как могут вызвать смертельное отравление, облучение радиоактивными материалами, неумеренное размножение вредных насекомых и грызунов. Последствия проживания в районе свалки могут сказаться через годы.

Природная геохимия Южного Урала также оказывает влияние на состояние почвы. Например, для свинцово-цинковых месторождений присуще повышенное содержание в почве цинка, мышьяка, серебра, меди и олова, для шеелитовых месторождений в скарнах – вольфрама, молибдена, свинца, цинка и др. В районах месторождения марганца (у Сатки и севернее Челябинска) его содержание в почвах в 2 – 3 раза превышает фоновые показатели, достигая в отдельных пунктах 1650 – 1680 мг на 1 кг почвы [18].

С месторождениями серпентинитов в районе Миасса связано повышенное содержание в почвах никеля (до 1500 мг/кг) и хрома (до 3000 мг/кг). Высокая концентрация никеля в почвах в районе Верхнего Уфалея (около 760 мг/кг, что в десятки раз больше ПДК) также связана с геохимическими особенностями территории. Природные аномалии мышьяка приурочены к выходам на дневную поверхность кристалло-сланцев, гранитов, магнетита, гнейса и кварцитов. Так, в микрорайоне Пласт - Санарское - Борисовка содержание мышьяка в почве достигает 58 – 100 мг/кг, многократно превышая ПДК. Для этой же территории характерно высокое содержание кобальта (до 600 мг/кг).

География загрязнения почв марганцем на территории Челябинской области в большой степени зависит от расположения предприятий черной металлургии. Такие гиганты, как Челябинские металлургический, электрометаллургический и трубопрокатный заводы, Магнитогорский металлургический комбинат за год выбрасывают в атмосферу более 900 т марганцевой пыли, загрязняя окружающие территории марганцем [28].

Исследования Агрохимцентра показали, что содержание свинца в почвенных профилях варьирует незначительно и, как правило, не превышает ПДК (30 мг/кг почвы). Наиболее высокая концентрация этого элемента (25 мг/кг) установлена в Катав-Ивановском районе. Полученная информация о содержании свинца в почвах различных пунктов дает основание считать, что во всех природных зонах Челябинской области техногенное загрязнение свинцом пока не превышает критического уровня. Исключением являются полосы в непосредственной близости к автомагистралям.

Повышенное содержание в почве хрома приурочено прежде всего к местам полиметаллических рудных отложений. Предприятия черной и цветной металлургии, в том числе производящие хромированные стали, выбрасывают в окружающую среду более 200 т хрома в год, поэтому не исключается возможность загрязнения почвы этим элементом из атмосферы. Наблюдения показали, что максимальным содержанием хрома (75 – 94 мг/кг) характеризуются почвы Катав-Ивановского района. При этом его концентрация вглубь по профилю возрастает с 74,9 мг/кг в пахотном слое до 91,7 мг/кг в подпахотных слоях, что свидетельствует о естественном геохимическом происхождении. Однако количество хрома в пахотном слое почв на территориях, прилегающих к центрам металлургической промышленности, возрастает в несколько раз, и причина этого - техногенное загрязнение.

Содержание кадмия в биологически активном слое почвы пунктов мониторинга колеблется от 0,4 до 2,4 мг/кг. Минимальные показатели установлены в пахотном и гумусовом горизонтах черноземно-лугового солонца АОЗТ «Маякское» Октябрьского района – 0,5 и 0,4 мг/кг. Повышенное содержание кадмия в гумусовом горизонте свидетельствует о техногенном источнике загрязнения.

В широких пределах варьирует содержание в почве кобальта - от 28 до 79 мг/кг в пахотном и в гумусовом горизонтах. Эти показатели в среднем превышают кларк почвообразующих пород литосферы и среднее содержание

элемента в почвах Западной Сибири. Повышенное содержание этого элемента в почвах Южного Урала объясняется прежде всего его геохимической особенностью и активным антропогенным массопотоком химических элементов в районах промышленной индустрии.

Происходит и техногенное загрязнение почв. Однако в большинстве разрезов, расположенных на почвах всех природно-сельскохозяйственных зон области, содержание большинства элементов возрастает вглубь по профилю. Это свидетельствует об их геохимической природе.

Такая же закономерность прослеживается в содержании ванадия, свинца и кадмия. Концентрация вышеуказанных элементов в ряде стационарных пунктов превышает ПДК, но обычно близка или незначительно выше природного фона соответствующего химического элемента.

Содержание в почве марганца в большинстве случаев уменьшается. К характеристике почв относительно содержания в них тяжелых металлов следует добавить, что в ряде пунктов обнаружено одновременное суммарно высокое содержание цинка, меди, никеля, кобальта, хрома, кадмия и марганца. Оно составляет около 2,4 г на кг сухой почвы.

Следует особо остановиться на загрязнении почв фтором. Предельно допустимая концентрация этого элемента в почве составляет 2,8 мг/кг. Анализ почвы десяти стационарных пунктов мониторинга показал, что почвы 8-и пунктов содержали фтора значительно больше ПДК. Так, в АОЗТ «Маякское» Октябрьского района его количество достигало 18,6 мг/кг сухой навески. С глубиной концентрация элемента возросла, что также свидетельствует о природном источнике загрязнения почвы фтором.

По заключению Челябинской контрольно-токсикологической лаборатории областной станции защиты растений (СТАЗР), почвы Челябинской области на пашне и целине свободны от остаточного действия пестицидов, так как не были обнаружены даже следы всех их основных групп.

Наибольшую опасность представляет загрязнение почв сельскохозяйственного назначения.

На основании выборочных и сплошных обследований установлено, что площадь пахотных земель, загрязнённых тяжелыми металлами за последние годы, составляет 103852 га, бенз(а)пиреном – 21800 га, нефтью и нефтепродуктами – 31510 га, животноводческими отходами – 108 га.

Наибольшая концентрация элементов загрязнения отмечена вблизи крупных промышленных центров - городов Челябинск, Магнитогорск, Карабаш, Пласт, Троицк, В. Уфалей, Южноуральск, Сатка и Коркино. Связано это как с выбросами в атмосферу токсичных веществ, так и миграцией с мест складирования и транспортировки.

Основное количество тяжелых металлов (до 90 %) в почву поступает от предприятий черной и цветной металлургии. Загрязнение почв свинцом происходит, кроме того, при сжигании горючего автотранспортом. Установлено, что за год в атмосферу на территории Челябинской области его выбрасывается более 200 тонн. Значительные поступления тяжелых металлов в почву сельскохозяйственных угодий происходят при сжигании в котельных углей, использовании пестицидов и химических мелиорантов.

Первые описания почвенного покрова города Челябинска относятся к 1863 году. Принадлежат они Орлову А.В.: «почвы городской земли черноземные, а местами глинисто-черноземные, верхний слой ее покрыт тонко песком разной породы, это видно из того, что при отражении солнечных лучей на землю, некоторые песчинки отбрасывают серебристый видно в дождливое время вся почва превращается в чернозем. Верхний слой песка называют слюдой. В самом городе почва влажная и мягкая, что конечно для него не находка, потому что в это время маленького ненастья, не говоря уже о весне или осени, грязь нестерпимая ».

За последние 140 лет, минувших со времени вышеприведенного описания, Челябинск из тихой слободы превратился в огромный город, территория которого имеет форму овала, вытянутого с севера на юг более чем на 37 км, и с востока на

запад на 20 км, с общей площадью в административных границах 49481 га, где первичный почвенный покров сохранился фрагментарно на поверхности под группировками естественной растительности и под слоем насыпных техногенных грунтов в местах не очень плотной городской застройки.

Земли города Челябинска распределены по следующим категориям [46]:

- земли населенных пунктов 14392 га (29,1 % от общей площади города);
- земли промышленности 11581 га (23,4 % от общей площади города);
- земли водного фонда 10354 га (20,9 % от общей площади города);
- земли сельскохозяйственного назначения 8564 га (17,3 % от общей площади города);
- земли государственного лесного фонда 3833 га (7,8 % от общей площади города);
- земли запаса 757 га (1,5 % от общей площади города).

В свою очередь почвы Челябинска в зависимости от степени и качества антропогенного воздействия можно разделить на группы:

- почвы селитебной и промышленной зон, характеризующиеся наиболее высоким техногенным загрязнением, практически не сохранившие естественного строения;
- почвы рекреационной зоны, парков и лесопарков, наиболее близкие по свойствам и плодородию к природному типу;
- почвы сельскохозяйственного назначения (хозяйство «Чуриловское», коллективные сады, приусадебные участки), плодородие которых регулируется в процессе эксплуатации (внесением органических и минеральных удобрений, мелиорацией, коррекцией рН и тому подобными методами).

Почвы селитебной зоны содержат большое количество строительного мусора, имеющего в основном щелочную реакцию (известь, цемент, бетон).

Плодородный гумусовый слой удаляется или перекапывается при строительстве. Температура почвы летом достигает 34 – 37 °С на глубине 20 см и 50 – 55 °С под самым асфальтом и в приствольных лунках у деревьев. Годовой

перепад температуры в корнеобитаемом слое 40 – 50 °С (в естественных условиях средних широт 20 – 25 °С). Хотя над городом выпадает на 10 – 15 % больше осадков, чем в среднем по зоне, большая часть воды стекает в канализационную сеть. Поэтому влажность почвы и воздуха снижена, угнетены грибы и микроорганизмы, отвечающие за минерализацию и конденсацию органического вещества. В тоже время сточные воды оказываются сильно загрязнены [37].

Степень загрязнения территории Челябинска тяжелыми металлами свидетельствует о серьезности экологической ситуации в городе. На сегодняшний день лишь 0,1 % городских земель можно считать относительно «чистыми», 74 % имеют опасный, а 26 % чрезвычайно опасный уровень загрязнения. К последней категории относятся промзоны таких предприятий, как ОАО «Мечел», ЧЭМК, ЧТЗ, ЧТПЗ, ЧКПЗ, «Станкомаш», Сигнал, АМЗ, все ТЭЦ.

Одной из причин высокого биологического загрязнения почв в городе является нарушение в системе плановой очистки территории от бытового мусора, неудовлетворительное состояние канализационных сетей, наличие стихийных свалок бытового мусора, отсутствие площадок для выгула собак, в качестве которых используются дворовые территории, парки, скверы, детские площадки

Городские почвы практически стерильны на глубине до 1 метра. В таких условиях гумусовый слой не восстанавливается, поэтому при озеленении жилых районов города создают искусственный плодородный слой. Зачастую для этого используют верхний слой почв, снятый при строительстве, что отнюдь не является наилучшим решением проблемы. Поскольку не учитываются реально существующие потребности почв в элементах питания.

На большей части территории промышленных площадок и санитарно-защитных зон строение почв не нарушается, но для них характерно чрезвычайно опасное загрязнение тяжелыми металлами в результате осаждения из атмосферы выбросов промышленных предприятий, просачивания загрязняющих веществ с грунтовыми водами. Содержание основных загрязнителей (свинца, кадмия, цинка) в поверхностном слое (0 – 10 см) даже у дерново-подзолистых почв

рекреационной зоны на 50 – 100 % выше, чем в нижележащем слое (10 – 20 см). В почвах сельскохозяйственного назначения, подвергающихся техногенному загрязнению, в результате регулярной перекопки и распашки, загрязняющие вещества относительно равномерно распределяются в корнеобитаемом слое. Повышение концентрации загрязняющих веществ наблюдается до глубины 50 см.

Снижение плодородия и загрязнение почв негативно отражается на состоянии зеленых насаждений, поэтому для озеленения городских территорий рекомендуется использовать наиболее устойчивые к техногенному загрязнению виды (тополь канадский, ива белая, кизильник, сирень и т.д.) [37].

Гранулометрический состав почвы – важный показатель, который определяет продуктивность городской почвы, степень ее фильтрационной и водоудерживающей способности.

Лучшими физическими, физико-механическими свойствами обладает суглинистая почва, хотя оптимальный механический состав для различных сельскохозяйственных культур не одинаков. Легкие по механическому составу почвы хорошо аэрируются, но обладают малой водоудерживающей способностью, хуже противостоят засухе, водной эрозии и дефляции.

Важный фактор – содержание мелкозема, он определяет степень влагоемкости и поглощательной способности почвы. Для городских экосистем характерно привнесение в почву песка и гравия, используемого в градостроительстве поэтому почвы характеризуются высокой щебнистостью, сильной каменистостью, содержание камней составляет около 20 – 36 % от массы почвы. Высокая каменистость обусловлена привнесением в почву песка и гравия при градостроительстве в виде строительного материала, промышленных отходов, механических загрязнителей.

В связи с этим можно предположить, что в условиях интенсивных механических нагрузок на верхний слой урбаноземов биохимические процессы в

нем приводят к усилению процессов выветривания первичных минералов, синтезу вторичных глинистых минералов и накоплению их в почвенном профиле.

Большое значение имеет соотношение песчаных, пылеватых и илистых частиц, поскольку в пылевой и илистой фракции содержится больше элементов питания. Эти фракции также максимально сорбируют загрязнители техногенного характера.

Урбаноземы Челябинска, как показатели исследования, характеризуются достаточно высоким содержанием пылевой фракции (таблица 5), то есть частиц размером 0,01 – 0,001 мм и менее.

Таблица 5 – Гранулометрический состав урбаноземов города Челябинска

| Номер и расположение разреза | Глубина взятия образца, см | Содержание физического песка, % | Содержание глины, % | Содержание пыли, % | Содержание физической глины, % | Название почвы |
|------------------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------|------------------|
| Тракторозаводской район | 0 – 20 | 59 | 18,2 | 22,8 | 41 | Суглинок средний |
| | 20 – 40 | 53 | 31,8 | 15,2 | 47 | Суглинок тяжелый |
| | 40 – 60 | 53 | 31,8 | 15,2 | 47 | Суглинок тяжелый |
| Металлургический район | 0 – 20 | 65 | 29,5 | 5,5 | 35 | Суглинок средний |
| | 20 – 40 | 52 | 25,0 | 23,0 | 48 | Суглинок тяжелый |
| | 40 – 60 | 44 | 54,5 | 1,5 | 56 | Суглинок тяжелый |
| Калининский район | 0 – 20 | 62 | 22,7 | 15,3 | 38 | Суглинок средний |
| | 20 – 40 | 64 | 27,2 | 8,3 | 35 | Суглинок средний |
| | 40 – 60 | 57 | 38,6 | 4,4 | 43 | Суглинок |

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|---------|
| | | | | | | средний |
|--|--|--|--|--|--|---------|

Окончание таблицы 5

| Номер и расположение разреза | Глубина взятия образца, см | Содержание физического песка, % | Содержание глины, % | Содержание пыли, % | Содержание физической глины, % | Название почвы |
|------------------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------|------------------|
| Ленинский район | 0 – 20 | 62 | 22,7 | 15,3 | 38 | Суглинок средний |
| | 20 – 40 | 68 | 22,7 | 9,3 | 32 | Суглинок средний |
| | 40 – 60 | 63 | 35,6 | 1,4 | 37 | Суглинок средний |

Урбаноземы города Челябинска были проанализированы по следующим показателям: рН водной вытяжки; содержание гумуса; содержание подвижных форм фосфора, нитратного азота и аммонийного (таблица 6).

Гумус – аморфное органическое вещество, которое синтезируется в почве в результате микробиологического и физико-химического преобразования органических соединений растительного и животного происхождения. По составу гумус является темноокрашенным азотосодержащим органическим веществом почвы, образовавшимся при разложении и гумификации органических остатков. Поэтому содержание гумуса является важным показателем плодородия, также гумус составляет от 80 до 90 % находящегося в почве органического вещества.

В состав органического вещества почвы входят гумусовые вещества, составляющие главную и специфическую часть гумуса, а также негумифицированные вещества, органические остатки и продукты их распада [22].

Содержание гумуса – один из главных критериев при оценке почвы: чем больше гумуса в почве, тем выше бонитет почвы. Из данных, приведенных в таблице 6 видно, что в Тракторозаводском районе содержание гумуса низкое. С

глубиной оно постепенно уменьшается от 2,20 до 1,22, такая стратиграфия характерна для черноземных и лугово-черноземных почв.

Таблица 6 – Характеристика урбанозёмов г. Челябинска

| Район города | Слой почвы, см | Свойства почв | | | | |
|-------------------------|-------------------|---------------|------|--------------------------------|----------------------------------|---|
| | | гумус, % | pH | N – NO ₃ , мг/кг | N – 1 NH ₄ , мг/кг | P ₂ O ₅ подвижная форма, мг/кг |
| Тракторозаводской район | 0 – 20 | 2,20 | 8,55 | 18,06 | 0,18 | 538,8 |
| | 20 – 40 | 1,27 | 7,90 | 13,55 | 0,08 | 207,7 |
| | 40 – 60 | 1,22 | 8,20 | 7,91 | 0,28 | 426,1 |
| Металлургический район | 0 – 20 | 5,55 | 7,40 | 51,90 | 0,88 | 1350,5 |
| | 20 – 40 | 2,62 | 7,85 | 92,64 | 0,47 | 491,0 |
| | 40 – 60 | 2,02 | 8,15 | 11,28 | 0,15 | 278,4 |
| Калининский район | 0 – 20 | 2,04 | 7,70 | 22,59 | 0,11 | 108,3 |
| | 20 – 40 | 2,04 | 7,10 | 10,17 | 0,39 | 172,8 |
| | 40 – 60 | 5,46 | 6,80 | 29,34 | 0,48 | 109,5 |
| Ленинский район | 0 – 20 | 4,80 | 7,90 | 101,61 | 0,36 | 148,7 |
| | 20 – 40 | 6,23 | 7,65 | 305,05 | 0,12 | 192,0 |
| | 40 – 60 | 4,74 | 7,90 | 60,93 | 0,53 | 226,4 |

Аналогичная картина наблюдается в разрезе № 2, расположенном в Metallургическом районе. Однако, содержание гумуса здесь соответствует среднему уровню и составляет в слое 0 – 20 см 5,55 %, являясь благоприятным условием для произрастания разнотравно-луговой растительности.

В разрезе № 3, расположенном в Калининском районе наблюдается нехарактерное для природных почв Челябинска профильное распределение гумуса. Скорее всего, это свидетельствует о наличии погребенных почв в профиле. Так содержание гумуса с глубиной увеличивается от 2,04 % в слое 0 – 40 см до 5,46 % в слое 40 – 60 см, и соответствует низкому уровню данного показателя.

Схожая ситуация отмечена в Ленинском районе, здесь погребенная почва находится в слое ниже 20 см, поскольку в верхнем слое содержание гумуса составляет 4,8 % (средний уровень), тогда как в слое 20 – 40 см оно увеличивается до 6,23 %. Далее содержание гумуса уменьшается и в слое 40 – 60 см составляет 4,74 %.

Таким образом, следует отметить, что содержание гумуса в исследуемых разрезах варьирует как по глубине, так и по районам исследования. А среднее его значение соответствует низкому уровню данного показателя.

Реакция почвенной среды – рН (актуальная кислотность почвы) определяет подвижность тех или иных элементов, сохранность органического вещества. Во многих случаях данные о рН важны для выбора дальнейшего пути рекультивации почвы.

Наблюдается изменение значения рН водной вытяжки по профилю. Так, в Тракторозаводском районе наблюдается сильнощелочная реакция в верхнем слое, с глубиной она падает. Также рН варьирует по районам отбора проб.

Урбаноземы Челябинска, как показали исследования, характеризуются достаточно высоким содержанием пылеватой фракции (таблица 8) то есть частиц размером 0,001 мм и менее.

Элементы питания – это, прежде всего, азот и фосфор, которые находятся в почве в усвояемых и неусвояемых для растений формах. Способность почвы обеспечивать растения элементами питания зависит от содержания подвижных (доступных растению) форм азота и фосфора. Доступность, или усвояемость, тех или иных соединений питательных веществ зависит от обеспеченности почвы водой и воздухом, форм соединений, содержания этих и других элементов [3, 39].

Оценку содержания подвижного фосфора в почвах г. Челябинска можно сделать по данным таблицы 10, которые свидетельствуют, что содержание подвижных форм фосфора сильно варьирует как по профилю, так и по районам города. Выявлены две повышенные аномалии содержания фосфора в

Тракторозаводском районе – 53,88 мг/100 г почвы и в Metallургическом районе – 135,05 мг / 100 г почвы.

Практически весь транспорт (и наземный, и воздушный, и водный), значительная часть тепловых электростанций используют нефтепродукты как источник энергии, производство полимерных материалов, каучука, синтетических волокон, моющих средств, удобрений, лекарственных препаратов и многих других веществ базируется на нефтяном сырье.

Добыча нефти, транспорт и переработка ее часто связаны с утечкой углеводородов, что приводит к ухудшению экологической ситуации. И как следствие имеется опасность возгорания нефти и нефтепродуктов.

К основным причинам пожара и загорания в нефтяной промышленности относятся следующие:

- нарушение технологического процесса и неисправность оборудования;
- неосторожное обращение с огнем и бытовыми электроприборами;
- короткое замыкание электрических проводов и перегрев электрооборудования;
- нарушение правил пожарной безопасности при производстве электрогазосварочных и других огневых работ.

Нарушение технологического процесса – использование при вскрытии и разбурировании продуктивного пласта бурового раствора, параметры которого (вязкость и плотность) не соответствуют геолого-техническому наряду, подъем бурового инструмента без долива скважины, увеличение давления в газопроводе, нарушение технологического процесса при подготовке нефти к транспорту, т.е. неполное отделение нефти и газа, может привести к скоплению горючего газа на территории резервуарного парка и создать опасную ситуацию.

Неисправность оборудования – следствие несвоевременного планово-предупредительного ремонта, коррозии и других причин. Все это может привести к не герметичности оборудования, в зависимости от его назначения, к утечке нефти, ее паров или нефтяного газа, а это, в свою очередь, – к возникновению

взрывоопасной концентрации газо-воздушной смеси и, как следствие, к взрыву или пожару. К таким последствиям приводят, например, не герметичность задвижки, перекрывающей ремонтируемый участок нефтепровода от нефтесборной емкости, не герметичность фонтанной или компрессорной арматуры, разрушение или выбивание набивок или прокладочных материалов соединений оборудования и запорной арматуры, крышек люков и другие неисправности.

Короткое замыкание электрических проводов и перегрев электрооборудования при наличии газа и паровоздушных горючих смесей, электрическое искрение, сопутствующее короткому замыканию, значительное повышение температуры при перегреве электрооборудования неизбежно вызывают воспламенение этих смесей, например: загорание разлитой нефти от искры при схлестывании электропроводов, загорание нефти в резервуаре от искры короткого замыкания при обрыве кабеля подогревателя, загорание изоляционных материалов из-за короткого замыкания в результате пробоя или перекрытия изоляции. Частой причиной пожаров также является ослабление контакта в местах присоединения токоведущих частей.

Нарушение правил пожарной безопасности при электрогазосварочных и других огневых работах – отогрев оборудования, содержащего легковоспламеняющиеся жидкости, горючие газы, открытым огнем; оставленные под напряжением силовой и осветительной линии во время фонтанирования скважины и др. Подобного рода нарушения часто происходят на стройплощадках. Пренебрежение к требованиям пожарной безопасности рабочего персонала в итоге приводит к пожарам, которые в случае несвоевременной локализации очага возгорания приводит к широкомасштабным разрушительным последствиям.

Условия возникновения пожара и загорания – наличие горючей среды, окислителя и источников зажигания. Такими источниками на предприятиях нефтяной промышленности и любой другой отрасли могут быть механические и электрические искры, пирофорные отложения, нагретые поверхности, открытый

огонь и др. Искрение, возникающее при появлении статического электричества, способно привести к пожару вследствие нарушения условий, обеспечивающих безопасность при сливе, наливке, перекачке и хранении ЛВЖ и ГЖ.

Вывод по данной главе следующий – мы разобрали основные объекты цели нашей работы, а именно нефтепродукты и почву. В работе представлены наиболее распространенные виды нефтепродуктов – керосин и уайт-спирит. Для оценки грунта мы рассмотрели почвы Челябинской области и Челябинска, в частности. На основании вышеизложенной информации можно выделить основные задачи работы:

- изучить пожароопасные свойства разных проб грунтов, пропитанных нефтепродуктами и выявить наименее пожароопасный вид грунта;
- определить влияние индивидуального нефтепродукта на горючесть системы нефтепродукт – почва;
- определить влияние смеси нефтепродуктов на горючесть системы смесь нефтепродуктов – почва.

2 ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЧВО-ГРУНТА И ГОРЮЧИХ ВЕЩЕСТВ. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Характеристика экспериментальных образцов грунта

В целях определения пожароопасных свойств нефтепродуктов, оказывающих влияние на горение почв, были поставлены эксперимент по определению температуры вспышки системы грунт-нефтепродукт.

В эксперименте объектом исследования будет являться система «грунт-нефтепродукт». В качестве образцов грунта были взяты: песок, черноземные почвы и суглинистые почвы. Образцы почв отбирались в поселке «Солнечный», Сосновского района, Челябинской области.

В качестве образцов песка был взят речной песок (намывной). Он применяется как правило в строительных целях, для приготовления бетонных смесей, растворов, штукатурок. Размер частичек мелкого составляет 0,6 – 1,5 миллиметра, 2,0 – 2,8 мм у среднего и до 5 мм – крупного. В большинстве песчинки бывают среднего размера (фракции преимущественно – 1,68 мм). Данный вид песка не требует просеивания, так как не имеет в своем составе содержания глины, которая приводит к трещинообразованию в готовых цементно-песчаных растворах.

Образцы были взяты из песка, завезенного с «Песчаной долины» (рисунок 3) Сосновского района Челябинской области.



Рисунок 3 – Песок, взятый для постановки опытов

В качестве еще одних образцов грунтов были взяты о черноземные почвы и суглинистые почвы.

Черноземы – это почвы высокого потенциального плодородия. Устойчивая зернисто-комковатая структура, высокое содержание гумуса, большой процент кальция, хорошие водопоглощающие и водоудерживающие способности позволяют рекомендовать их, как лучший вариант для выращивания сельскохозяйственных культур.

Суглинистая почва – также подходящий вид почв для выращивания садово-огородных культур. Она легко поддается обработке, содержит большой процент питательных элементов, имеет высокие показатели воздухо- и водопроницаемости, способна не только сохранять влагу, но и равномерно распределять ее по толще горизонта, хорошо удерживает тепло. Благодаря совокупности имеющихся свойств, суглинистую почву, в отличие черноземной, не нужно улучшать, а необходимо только поддерживать ее плодородие.

Образцы данных видов (рисунок 4) почв были взяты в поселке «Солнечный» Сосновского района, Челябинской области.



Рисунок 4 – Образец черноземной почвы

Из образцов песка, суглинка и чернозема были сделаны навески массой в 50 грамм.

2.2 Характеристика экспериментальных горючих веществ

В целях определения пожароопасных свойств нефтепродуктов, оказывающих влияние на горение почв, были поставлены эксперимент по определению температуры вспышки системы грунт-нефтепродукт.

В эксперименте объектом исследования будет являться система грунт-нефтепродукт. В качестве нефтепродукта были взяты керосина и уайт-спирит. На рисунке 5 изображен опытный образец керосина, от производителя RPG CHEMICAL GROUP.



Рисунок 5 – Опытный керосин

К основным характеристикам опытного керосина относятся:

- температура вспышки – 46 °С;
- прозрачное жидкое вещество (нефтефракция) несколько маслянистой консистенции, не имеющее окраса или с незначительным желтым оттенком;
- жидкость, хорошо поддающаяся испарению и имеющая специфический запах аренов;
- предельные алифатические углеводороды (30 %);
- циклоалканы (28 %);

- бициклические арены (15 %);
- непредельные углеводороды (не более 2 %);
- присутствуют сернистые/азотистые/кислородные примеси.

На рисунке 6 изображен опытный образец уайт-спирита, от производителя RPG CHEMICAL GROUP.



Рисунок 6 – Опытный уайт-спирит

К основным характеристикам опытного уайт-спирита относятся:

- плотность – не более 0,790;
- температура начала перегонки – не выше 160 °С;
- температура вспышки – 30, °С;
- летучесть по ксилолу 3 – 4,5;
- анилиновая точка – не выше 65 °С;
- массовая доля ароматических углеводородов – не более 16 %;
- массовая доля общей серы – не более 0,025 %.

Уайт-спирит представляет собой почти бесцветную (имеет желтоватый оттенок), прозрачную маслянистую жидкость с характерным запахом керосина.

Образцы горючих материалов были взяты в разных объемных долях. На каждую навеску определенного грунтового образца приходилось 12,5 мл; 16,6 мл; 25 мл и 30 мл соответственно.

В каждую отдельную навеску поочередно заливался один из представленных индивидуальных горючих веществ.

Так как для различных видов нефтепродуктов температурные диапазоны вспышки и воспламенения колеблются в пределах от 30 до 46 °С, а для полученных систем «грунт – нефтепродукт» в нормативных документах значения температур вспышки отсутствуют, нами был проведён эксперимент для приблизительного определения температурных диапазонов вспышки для имеющихся горючих образцов.

Для этого образец грунт – нефтепродукт засыпался в металлический тигель, а тигель вместе с образцом помещался в устройство для нагрева. В образец опускался термометр, включалось устройство для нагрева.

Для определения температуры вспышки в закрытом тигле использовался аппарат Пенски-Мартенса [6], представленный на рисунке 7.

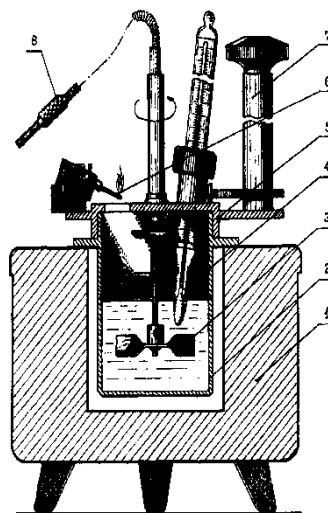


Рисунок 7 – Аппарат Пенски-Мартенса для определения температуры вспышки:

- 1 – нагреватель; 2 – тигель; 3 – мешалка; 4 – термометр; 5 – крышка; 6 – фитиль;
7 – ручка управления поджигом; 8 – гибкий вал привода мешалки.

Испытательный тигель заполнили уайт-спиритом объемом до уровня, указанного соответствующей меткой. Тигель закрыли крышкой и поместили в нагревательную камеру, установили термометр. Так как предположительные температуры вспышки исследуемых образцов были не известны, то нагрев осуществлялся в соответствии со следующей методикой. Со скоростью 5 °С / мин зажженную лучину подносили к исследуемому образцу грунт-нефтепродукт, до тех пор, пока не произойдет вспышка. Таким образом, получили предварительную температуру вспышки образца грунт – нефтепродукт.

При получении предварительных температур вспышки образцов первая стадия эксперимента была закончена. Для получения более точных температур вспышки образцов, была проведена вторая стадия эксперимента. Нагрев образца начинался с температуры, которая была ниже предварительной температуры вспышки на 10 °С. Скорость, с которой осуществлялся нагрев, была равна 1 °С / мин. После получения температуры вспышки образца вторая стадия эксперимента была окончена.

Для получения более точных температур вспышки образца почва – нефтепродукт эксперимент был повторён ещё 3 раза. Зажженную лучину к исследуемому образцам грунт-нефтепродукт подносили при повышении температуры на 1 °С.

Аналогично, была определена температура вспышки для керосина.

Данная серия опытов дала нам информацию о температуре вспышки индивидуальных горючих веществ в разных почвенных системах.

Но стоит отметить, что в реальных условиях, чаще всего разливы представляют собой смесь из нескольких горючих веществ.

В целях определения пожароопасных свойств смеси нефтепродуктов, оказывающих влияние на горение почв, были поставлены эксперимент по определению температуры вспышки системы грунт – смесь нефтепродуктов.

Для этого были подготовлены смеси таких горючих веществ:

– смеси с равным объемным соотношением уайт-спирита к керосину;

- смеси с двукратным объемным преобладанием керосина над уайт-спиритом;
- смеси с двукратным преобладанием уайт-спирита над керосином.

Общий объем каждой смеси равен 30 мл.

Методика проведения опытов была аналогична, что и с индивидуальным горючим веществом.

Вывод по данной главе следующий: ни в одной нормативной базе не прописаны показатели температуры вспышки почвенных систем, пропитанных нефтепродуктами.

В целях определения пожароопасных свойств систем почва-нефтепродукт, были поставлены опыты по определению температур вспышки грунта, пропитанного как индивидуальным горючим нефтепроводным веществом, так и смесью из нескольких. Результаты опытов описаны в следующих главах.

3 АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПРОЛИВА ИНДИВИДУАЛЬНОГО НЕФТЕПРОДУКТА НА ГРУНТ

После проведенных опытов по измерению температур вспышки системы почва – нефтепродукт были выявлены следующие результаты.

Динамика, характер, и факторы, влияющие на возгорание и развитие пожаров, возникающих при разлиии нефтепродуктов в почвах, изучены не достаточно. Установлено, что на скорость выгорания нефтепродукта влияет площадь разлития и скорость ветра. Однако, помимо внешних условий на развитие процесса горения большое влияние оказывают определенные физические свойства грунта (размер зерна, плотность грунтовой фракции, влажность), а также концентрации и виды нефтепродуктов.

Исследование зависимости пожарной опасности систем грунт – нефтепродукт от вида почвенного отложения было проведено путём сравнения температур вспышки данных систем.

Результаты исследования температуры вспышки для почв пропитанных уайт-спиритом и керосином представлены в таблицах 7 и 8 соответственно.

Таблица 7 – Температура вспышки грунта, пропитанного уайт-спиритом

| Наименование грунта | Уайт-спирит (30, 2 °С) | | | |
|------------------------|---|-------|-------|-------|
| | Температура вспышки, °С при объемных долях: | | | |
| | 12,5 | 16,6 | 25 | 30 |
| песок | 39,1 | 37,2 | 35,61 | 34,25 |
| суглинки | 42,3 | 40,15 | 38,8 | 37,1 |
| чернозем | 42,49 | 41,1 | 39 | 37,6 |

Из анализа данных, представленных в таблице 7 следует, что из числа исследованных грунтов при проливе уайт-спирита наибольшую пожарную опасность представляет пролив на песок. Температура вспышки данного вида грунта пропитанного таким нефтепродуктом, согласно рисунку 6, ниже всех

остальных заявленных образцов почв. Данное явление связано во многом с физическими качествами песка (плотность, твердость и т.д, адсорбционные качества).

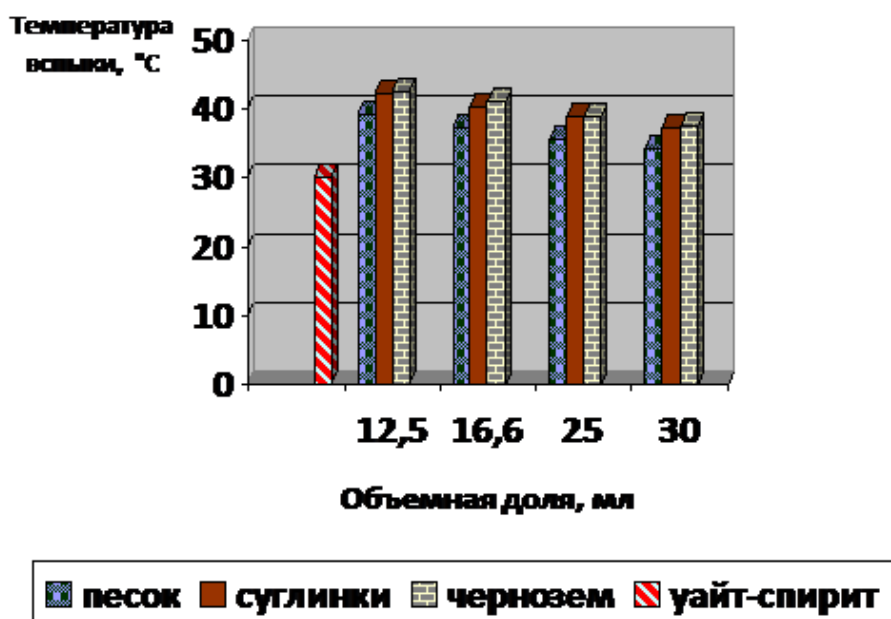


Рисунок 6 – Температуры вспышки систем грунт-нефтепродукт с уайт-спиритом

В противовес песку выступает чернозем. По опытным данным температура вспышки этого грунта значительно выше, чем у песка и чуть превышает показатели суглинистой почвы.

Таблица 8 – Температура вспышки грунта, пропитанного керосином

| Наименование грунта | Керосин (46,4 °C) | | | |
|------------------------|--|------|------|------|
| | Температура вспышки, °C при объемных долях | | | |
| | 12,5 | 16,6 | 25 | 30 |
| песок | 56,7 | 54,2 | 50 | 48,5 |
| суглинки | 59 | 57,9 | 55,8 | 53,9 |
| чернозем | 59,7 | 58,5 | 57,1 | 56,4 |

Согласно данным таблицы 8 большую пожарную опасность среди грунтов, пропитанных керосином, вновь представляет песок. Так же, как и с опытными

показателями уайт-спирита, температура вспышки данного вида грунта ниже всех остальных заявленных образцов почв. У чернозема же температура вспышки значительно выше, чем у песка и вновь чуть превышает показатели суглинистой почвы, данные показатели также можно хорошо заметить на рисунке 7.

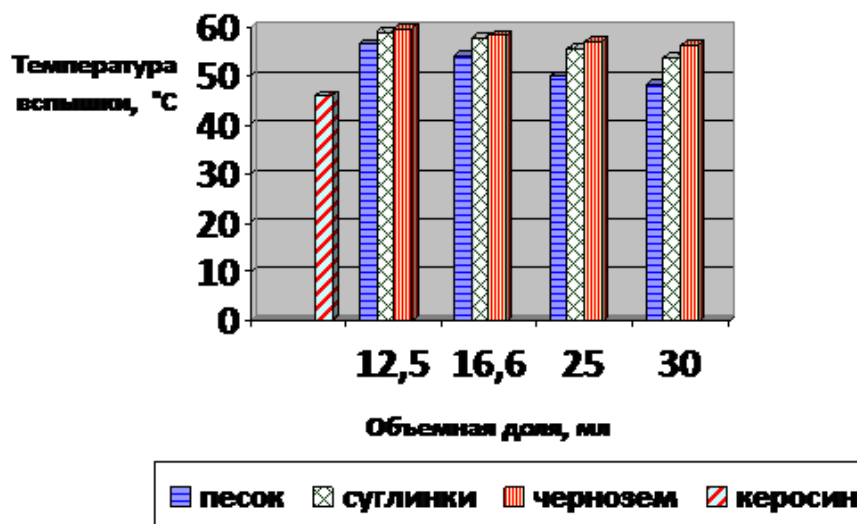


Рисунок 7 – Температуры вспышки системы грунт – нефтепродукт с керосином

Из анализа данных, представленных на рисунках следует, что в независимости от вида грунта, при добавление ним к уайт-спирита и керосина повышается температуры вспышки.

И также наблюдается прямая зависимость величины температуры вспышки от объемной доли горючего вещества: чем больше объем нефтепродукта, тем ниже температура вспышки, а значит, повышаются пожароопасные свойства почв.

4 АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПРОЛИВА СМЕСИ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ГРУНТ

В предыдущей главе была выявлена закономерность влияния индивидуального нефтепродукта на разный вид грунта. Чем больше объем добавляемого нефтепродукта, тем выше температура вспышки, а значит и ниже пожарная опасность почв.

Однако, стоит подметить, что в реальных условиях разливы нефтепродуктов представляют собой смесь из нескольких горючих веществ. Температуры вспышек подобных пожароопасных смесей в нормативной базе нет. Поэтому в целях выявления закономерности влияния состава нефтепродукта на температуру вспышки грунта, пропитанного этим же горючим веществом, был проделан так же ряд опытов.

Результаты исследования температуры вспышки системы почва – смесь нефтепродуктов (уайт-спирит с керосином) представлены в таблице 9.

Таблица 9 –Температура вспышки грунта, пропитанного смесью уайт-спирита и керосина

| Наименование грунта | Температура вспышки, °С для различного соотношения уайт-спирита к керосину | | |
|------------------------|---|------|------|
| | 1:1 | 1:2 | 2:1 |
| песок | 33,1 | 47,4 | 37,2 |
| суглинки | 40,4 | 50,7 | 41,8 |
| чернозем | 42,5 | 50,9 | 43,6 |

Согласно данным большую пожарную опасность среди грунтов представляет вновь песок. При этом при этом если рассматривать опыты с песком, в котором смесь нефтепродуктов бралась с равной или преобладающей объемной долей уайт-спирита, над керосином то можно отметить, что температура вспышки была приближена к показателям температуры вспышки уайт-спирита. В опытах с таким

грунтом, как суглинистая почва и черноземная почва – показатели их температур вспышек была приближена к показателям керосина.

Все эти результаты, согласно рисунку 8, связаны с тем, что уайт-спирит легче керосина, а за счет того, что песок по своей структуре зыбкий нежели почвы, то пары уайт-спирита поднимались быстрее паров керосина, и реакция на подожженную лучину происходила стремительней.

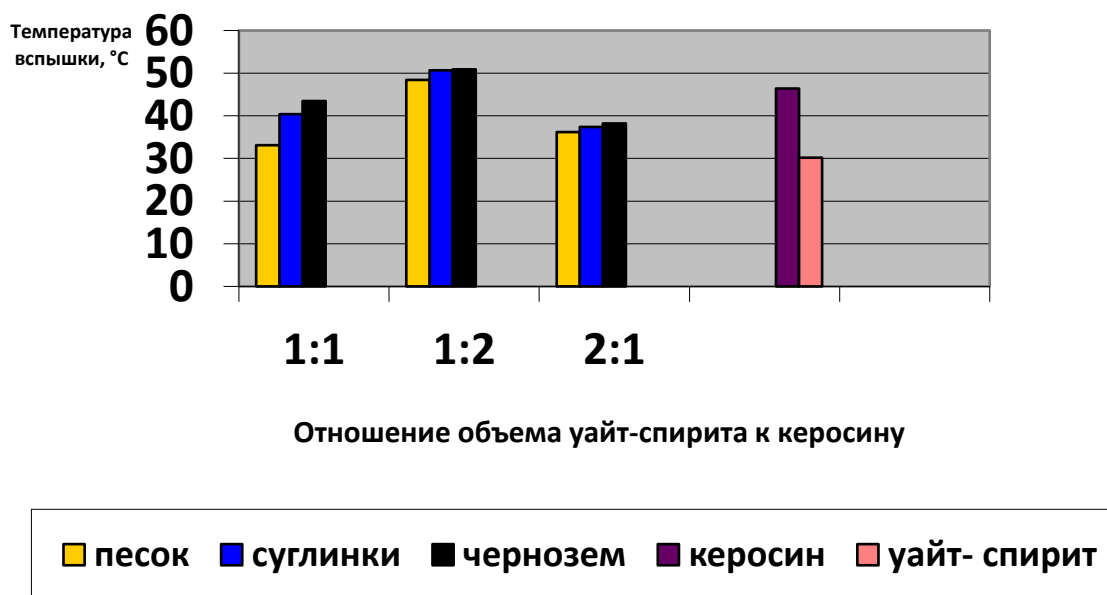


Рисунок 8 – Температуры вспышки системы грунт – смесь нефтепродуктов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие промышленности и транспорта требует увеличения добычи нефти как энергоносителя и сырья для химической промышленности. А вместе с тем это одна из самых опасных для природы индустрий. Ежегодно миллионы тонн нефти выливаются на поверхность Мирового океана, попадают в почву и грунтовые воды, сгорают, загрязняя воздух.

Большинство земель в той или иной мере загрязнены сейчас нефтепродуктами. Особенно сильно это выражено в регионах, через которые проходят нефтепроводы, а также богатых предприятиями химической промышленности, использующими в качестве сырья нефть или природный газ. Так же одной из самых уязвимых отраслей в сфере пожарной безопасности становится строительная отрасль. Из-за халатного отношения к требованиям пожарной безопасности и неграмотного обращения с нефтепродуктами, ежегодно тонны горючих веществ проливаются в землю, тем самым создавая пожароопасную обстановку. Чем крупнее частицы почвы, в которую попадает нефтепродукт, тем легче данное горючее вещество проходит внутрь, в ее нижние слои.

По результатам изучения нормативных документов, литературных источников и справочной литературы было выявлено, что данные о пожарной опасности почв или иного грунта, пропитанного нефтепродуктом отсутствуют.

В целях определения пожароопасных свойств нефтепродуктов, оказывающих влияние на горение почв, были поставлены эксперимент по определению температуры вспышки системы грунт-нефтепродукт и системы грунт- смесь нефтепродуктов.

Экспериментально было установлено, что наибольшую пожарную опасность представляет собой песок. Именно этот грунт при пропитке его горючим веществом, обладает наименьшей температурой вспышки. Во многом это связано с зыбкой структурой песка, которая пропуская в себя нефтепродукт не препятствует высвобождению паров данного горючего вещества.

Такой грунт, как черноземная почва и суглинистая обладает менее выраженными пожароопасными свойствами. Благодаря плотной структуры, почва притормаживает процесс высвобождения паров горючих материалов, как следствие температура вспышки такой системы становится выше.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон РФ от 10.01.2000 № 7 – ФЗ «Об охране окружающей среды».
2. Приказ Министерства природных ресурсов РФ от 3.03.2003 № 156 «Об утверждении Указаний по определению нижнего уровня разлива нефти и нефтепродуктов для отнесения аварийного разлива к чрезвычайной ситуации».
3. Постановление Правительства РФ № 613 «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов».
4. Постановление Правительства РФ от 15.04.2002 № 240 «О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации».
5. Приказ МЧС № 621 от 28.12. 2004 «Об утверждении правил разработки и согласования планов по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации».
6. ГОСТ 4333-2014. Межгосударственный стандарт. Нефтепродукты. Методы определения температур вспышки и воспламенения в открытом тигле. – М.: Стандартиформ, 2015. – 16 с.
7. ГОСТ 17.4.3.02-85 (2003) Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ.
8. СП 155.13130.2014. Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности. – М.: МЧС России, 2013. – 40 с.
9. Алексеева Т.А., Теплицкая Т.А. Спектрофлуориметрические методы анализа ароматических углеводородов в природных и техногенных средах.
10. Артемьев, Н.С. Ликвидация аварий при истечении нефти и нефтепродуктов в водоемы / Н.С. Артемьев, А.В. Подгрушный // Пожаровзрывобезопасность – 2005. – Вып. 6. – С. 44 – 47.
11. Артемьева Т.И. Влияние загрязнения почвы нефтью и нефтепромысловыми сточными водами на комплекс почвенных животных / Т.И. Артемьева,

А.К.Жеребцов, Т.М. Борисович // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. М.: Наука, 1988. С. 82 – 99.

12. Баженова О.К. Геология и геохимия нефти и газа. / О.К.Баженова, Ю.К.Бурлин, Б.А.Соколов, В.Е.Хаин - М.: МГУ. 2012.– 432 с.

13. Байерман К. Определение следовых количеств органических веществ. М.: Мир, 1987. 429 с.

14. Баратов, А.Н. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов, и средства их тушения: справочное пособие: в 3 т. / А.Н. Баратов, А.Я. Корольченко. – М.: Химия, 1990. – Т. 1. – 384 с., Т. 2. – 496 с.

15. Бард, В.Л., Предупреждение аварий в нефтеперерабатывающих и нефтехимических производствах: учебник /В.Л. Бард, А.В. Кузин. – М.: Химия, 1984. – 356 с.

16. Белицкий Г.А. Факторы внешней среды и генотоксичность: оценка канцерогенного риска. / Г.А. Белицкий, В.В. Худолей, А.Ф. Карамышева // Современные проблемы генетических последствий загрязнения окружающей среды и охрана генофонда. - Алма-Ата «Наука», 1989. - С. 93 – 105

17. Берне Ф. Водочистка / Ф. Берне, Ж. Кордонье. – М.: Химия, 1997. – 288 с

18. Бобрицкий, Н.В., Основы нефтяной и газовой промышленности: учебник /Н.В. Бобрицкий, В.А. Юфин. – М.: Недра, 1988. – 150 с.

19. Бродский Е.С., Савчук С.А. Определение нефтепродуктов в объектах окружающей среды //Журнал аналитической химии. 1998. Т. 53, № 12. С. 1238 – 1251.

20. Бурмистрова Т.И.Биодеградация нефти и нефтепродуктов в почве с использованием мелиорантов на основе активированного торфа / Т.И.Бурмистрова, Т.П.Алексеева, В.Д.Перфильева, Н.Н.Терещенко, Л.Д. Стахина// Химия растительного сырья. 2003. № 3. С.69 – 72

21. Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем: Сб. науч. тр. / АН СССР, Научный совет по проблемам биосферы. М.: Наука, 1998.

22. Гайнутдинов М.З. Изменение органических свойств почв под влиянием нефтепромысловых сточных вод, и их рекультивация / М.З. Гайнутдинов, М.Ю. Гилязов, И.Т. Хромов // Агрохимия. №7. 1982. С. 111 – 116.

23. Галишев М.А. Научные принципы экспертного исследования сложных смесей нефтяного типа, содержащихся в малых количествах в различных объектах материальной обстановки / Жизнь и безопасность, № 1-2а, 2004. С. 69 – 74.

24. Галишев М.А., Бельшина Ю.Н., Дементьев Ф.А и др. Пожарно-техническая экспертиза: учебник. СПб.: СПбУ ГПС МЧС России, 2015.– 410 с.

25. Геннадиев А.Н. Карты устойчивости почв к загрязнению нефтепродуктами и полициклическими углеводородами: метод и опыт составления / А.Н.Геннадиев, Ю.И. Пиковский // Почвоведение. 2007 №1. С.80 – 92.

26. Гордон, А. Спутник химика: учебник /А. Гордон, Р. Форд. – М: Изд-во «Мир», 1976. – 368 с.

27. Зельдович Я.Б., Баренблатт Г.И., Либрович В.Б., Махвиладзе Г.М. Математическая теория горения и взрыва. М.: Наука, 1980. – 478 с.

28. Каргаполова, Е.О. Пожарная безопасность технологических процессов: учебное пособие / Е.О. Каргаполова. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2015. – 100 с.

29. Кирсанов, Ю.Г. Анализ нефти и нефтепродуктов: учебно-методическое пособие для студентов / Ю.Г. Кирсанов, М.Г, Шишов, А.П. Коняева. – Екатеринбург.: Изд-во Уральского университета, 2016. – 100 с.

30. Корольченко, А.Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. В 2 ч. / А.Я. Корольченко, Д.А. Корольченко. – М.: Асс. «Пожнаука», 2004. – Ч. 1. – 713 с., Ч. 2. – 478 – 498 с.

31. Маршал В. Основные опасности химических производств: пер. с англ. М.: Мир, 1989. – 672 с.

32. Методы очистки сточных вод от нефтепродуктов. – <http://masters.donntu.org/2012/feht/shirokorodova/library/article9.htm>.

33. Москвичева, Е.В. Технология обеспечения безопасности очистных сооружений нефтеперерабатывающего производства / Е.В. Москвичева, А.А. Шишкин // Научно-технический журнал «Технологии пожарной безопасности». – 2009. – Т.6. – № 1–2 – С.120.

34. Павлова Ю.В. Развитие методов хроматографической идентификации при экспертизе разливов нефтепродуктов. Автореферат дисс. на соиск. уч. ст. к.т.н., СПб., 2007.

35. Пиковский Ю.И. Экспериментальные исследования трансформации нефти в почвах/ Ю.И. Пиковский, И.Г. Калачникова, А.И. Облоблина, А.А. Оборин// Миграция загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах, 1985..

36. Пожарная безопасность веществ и материалов, применяемых в химической промышленности: справочник. / под ред. И.В. Рябова. – М.: Химия, 1970. – 225 с.

37. Салангинас Л. А. Изменение свойств почв под воздействием нефтезагрязнения и разработка системы мер по их реабилитации : Дис. д-ра биол. наук : 06.01.03 : / Салангинас Людмила Алексеевна. Екатеринбург, 2003. – 486 с.

38. Свойства вредных и опасных веществ, обращающихся в нефтегазовом комплексе: справочник / Г.Ж. Литвинова, С.Б. Ошеров, А.П. Вогман и др. – Воронеж: ДОО «Газпроектинжиниринг», 2005 – 115 с.

39. Солнцева Н.П. Закономерности миграции нефти и нефтепродуктов в почвах лесотундровых ландшафтов Западной Сибири/ Н.П. Солнцева, А.П. Садов // Почвоведение. 1998. №8. С.996-1008.

40. Солнцева Н.П. Проблемы загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами: геохимия, экология, рекультивация / Н.П. Солнцева, Ю.И. Пиковский, Е.М. Никифорова, А.А. Оборин// Докл. Симпозиум. VII делегат. Съезда ВОП 1985г., Ташкент, Мехнат. 1985. С. 246 – 254

41. Тиссо Б. Применение результатов исследований органической геохимии при поисках нефти и газа. /Достижения в нефтяной геологии. Под ред. Г.Д. Хобсона. М.: Недра, 1980. – 328 с.

42. Тиссо Б., Вельте Д. Образование и распространение нефти.- М.: Мир, 1981.– 501 с.

43. Трофимов С.Я.Изменение свойств почв под влиянием нефтяного загрязнения / Трофимов С.Я., Розанова М.С. // Деградация и охрана почв. М., МГУ, 2002, с. 359 – 373.

44. Фазовые состояния веществ. Дисперсные системы. Способы выражения концентрация. – <https://interneturok.ru/lesson/chemistry/11-klass/brastvory-i-ih-koncentraciya-dispersnye-sistemy-elektroliticheskaya-dissonaciya-gidrolizb/fazovye-sostoyaniya-veschestv-dispersnye-sistemy-sposoby-vyrazheniya-kontsentratsii>.

45. Федеральная служба государственной статистики – <http://www.gks.ru/>.

46. Флоровская В. Н. и др. / Геохимия ландшафтов и география почв. М.: Изд-во МГУ, 1982. - С. 71 – 83.

47. Хомякова Д.В. Состав углеводородокисляющих микроорганизмов нефтезагрязненных почв Усинского района Республики Коми: диссер. канд. биол. наук.: 03.00.07 / Хомякова Дина Викторовна - М., 2003. - 113 с

48. Шилова И.И. Культурфитоценозы на нефтезагрязненных землях таежной зоны (в полевом эксперименте) / И.И.Шилова, Н.М. Макаров // Растения и промышленная среда :Сб.научн. тр. Свердловск. 1985. С. 125 – 129.

49. Ширяев, Е.В. Проблемы оценки геометрических параметров пламени при горении нефти и нефтепродуктов на малых и больших площадях / Е.В. Ширяев, Т.Н. Атаманов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2015. – Вып. 2. – №1 (6). – С. 121 – 134.

50. Ширяев, Е.В. Статистический анализ пожаров на объектах с обращением нефтепродуктов / Е.В. Ширяев, В.П. Назаров, А.В. Майзлиш, А.А. Гогин // Технологии техносферной безопасности. – 2014. – Вып. №3 (55). – С. 29 – 29.