



Материалы
V Всероссийской
научно-практической конференции

НЕФТЯНАЯ СМЕНА. ЭНЕРГИЯ БУДУЩЕГО!

13 апреля 2019 г.

Красноярск 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Сибирский федеральный университет

НЕФТИНАЯ СМЕНА. ЭНЕРГИЯ БУДУЩЕГО!

Материалы V Всероссийской научно-практической
конференции

13 апреля 2019 г.

Красноярск
СФУ
2019

УДК 622.323/.324(083)

ББК 33.361я43

Н584

Н584

Нефтяная смена. Энергия будущего! : материалы V Всероссийской научно-практической конференции, 13 апреля 2019 г. / отв. за выпуск Р.А. Ваганов. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2019. – 54 с.

ISBN 978-5-7638-4216-6

Представлены тезисы работ по следующим направлениям: экологические проблемы нефтяной и химической промышленности, альтернативные источники энергии; добыча, транспортировка, хранение и переработка нефти и газа; социальные проекты, история и география развития нефтегазового комплекса. Рассмотрены существующие проблемы, предложены возможные решения, а также выдвинуты новые гипотезы.

Конференция проводится при финансовой поддержке АО «Восточно-Сибирская нефтегазовая компания».

Электронный вариант издания см.:
<http://catalog.sfu-kras.ru>

УДК 622.323/.324(083)
ББК 33.361я43

ISBN 978-5-7638-4216-6

© Сибирский федеральный университет, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----------|
| Секция 1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕФТЯНОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ | 5 |
| Р.Р. Исмагулов, Е.С. Резниченко, Т.Н. Протасов | |
| Высокочастотный трансформатор Теслы | 6 |
| А.А. Шпис, А.А. Петруханова, Л.В. Хмелева, Н.В. Дерягина | |
| Исследование влияния смолопарафиновой фракции АСПО на жизнедеятельность гриба <i>Tichoderma</i> | 10 |
| И.Н. Смирнов, И.В. Менжуренко, Т.Н. Протасов | |
| Применение низкотемпературной плазмы для стерилизации медицинского оборудования | 13 |
| А.Ю. Филимонов, С.С. Михеев, Т.Н. Протасов | |
| Получение тонких металлических пленок методом электрического взрыва проводников | 16 |
| Н.А. Бородуллина, С. И. Сериков | |
| Экологическое дешифрирование района города Игарки | 19 |
| Н.М. Чернецов, Н.А. Ульянкин, В.А. Агапченко, Н.В. Дерягина | |
| Оценка возможностей использования микроГЭС в трубопроводе на нефтяных месторождениях | 24 |
| А.С. Савич, В.В. Серватинский | |
| Определение нормы стока Северных территорий на примере Ванкорского месторождения | 26 |
| Секция 2. ДОБЫЧА, ТРАНСПОРТИРОВКА, ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА НЕФТИ И ГАЗА | 29 |
| М.П. Демьяненко, Д.И. Соловьева, Л.В. Хмелева, Н.В. Дерягина | |
| Влияние группового состава на низкотемпературные характеристики дизельных топлив | 30 |
| В.Д. Ступень, А.И. Зырянов, Л.В. Хмелева, Е.И. Лесик | |
| Влияние серы на эксплуатационные свойства битумов | 33 |
| С.Д. Мельчаков, А.В. Юсупова, В.Э. Волынкина, Е.И. Лесик | |
| Влияние pH водной фазы водонефтяной эмульсии на показатель поверхностного натяжения | 36 |
| А.Р. Ахметзянова, Р.А. Ваганов | |
| Анализ рынка пакерных систем | 38 |
| Секция 3. СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКТЫ, ИСТОРИЯ И ГЕОГРАФИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА | 39 |
| П.Л. Нагорнова, С.О. Соболева, С.И. Сериков | |
| Геометрические исследования подземной части «Музея вечной мерзлоты» | 40 |
| В.Н. Чиданов, П.С. Кулаков, Н.С. Майдоров, Т.С. Лемешко | |
| Электромагнитный ускоритель масс (ЭМУМ) | 45 |
| П.С. Сысоева, И.Ю. Ольховская | |
| Биологическая ценность дикорастущих ягод в районе города Игарки | 49 |

В Институте нефти и газа Сибирского федерального университета 13 апреля 2019 года состоялась V Всероссийская научно-практическая конференция «Нефтяная смена. Энергия будущего!».

Участниками конференции стали более 100 учеников 10-11-х «Роснефть-классов» Красноярского края. Учащиеся представили свои работы в виде презентаций, наглядных стеновых материалов.

Насыщенная программа конференции позволила школьникам не только презентовать свои научные работы и идеи, но и принять участие в практическом конкурсе юных профессионалов «Движение к мастерству» по компетенции «Лаборант химического анализа». Проведение конкурса способствует интеграции общего и профессионального образования, созданию условий для осознанного самоопределения школьников.

Конференция «Нефтяная смена. Энергия будущего!» представлена в трех секциях:

- секция «Экологические проблемы нефтяной и химической промышленности. Альтернативные источники энергии»;
- секция «Добыча, транспортировка, хранение и переработка нефти и газа»;
- секция «Социальные проекты, история и география нефтегазового комплекса».

Победители и призеры научно-практической конференции были награждены дипломами и памятными призами, получили преимущество при поступлении в Сибирский федеральный университет в 2019 году.

Оргкомитет конференции

Секция 1

Экологические проблемы нефтяной и химической промышленности, альтернативные источники энергии

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР ТЕСЛЫ

Р.Р. Исмагулов, Е.С. Резниченко, Т.Н. Протасов

МОУ «Лицей № 1», г. Ачинск

Данный прибор был изобретён в 1891 году Николой Теслой. Это электрическое устройство, состоящее из бессердечникового трансформатора, разрядника и электрического конденсатора. Первичная обмотка трансформатора выполнена в виде нескольких витков спирали из толстой медной проволоки, а вторичная обмотка (помещенная внутри первичной) состоит из большого числа витков тонкой изолированной проволоки. Первичную обмотку через разрядник и конденсатор подсоединяют к источнику переменного тока; во вторичной обмотке возбуждаются высоковольтные колебания (до 7×10^6 В) высокой частоты (до $1,5 \times 10^5$ Гц). Для надлежащей работы генератора, обе RLC-цепи (первичная и вторичная) должны быть в резонансе, то есть их частоты колебаний должны совпадать. Когда условие выполняется, амплитуда колебания во вторичной катушке увеличивается, трансформатор производит высокое напряжение на выходе.

Существует четыре основных типа конструктивного исполнения этого трансформатора:

- SGTC (Spark Gap Tesla Coil) – трансформатор Теслы на разряднике. В качестве ключевого элемента используется разрядник;
- VTTC (Vacuum Tube Tesla Coil) – трансформатор Теслы на радиолампе. В качестве ключевого элемента используется мощная радиолампа;
- SSTC (Solid State Tesla Coil) – трансформатор Теслы, в котором в качестве ключевых элементов используются полупроводники. Обычно это MOSFET или IGBT транзисторы;
- DRSSTC (Dual Resonant Solid State Tesla Coil) – трансформатор с двумя резонансными контурами, в котором в качестве ключей используются IGBT-транзисторы.

После того, как была изучена литература, описывающая принцип работы и устройство трансформатора, мы нашли схему и решили остановиться на конструкции типа VTTC (Vacuum Tube Tesla Coil). Изучив схему трансформатора, мы приступили к поиску деталей и сборке.

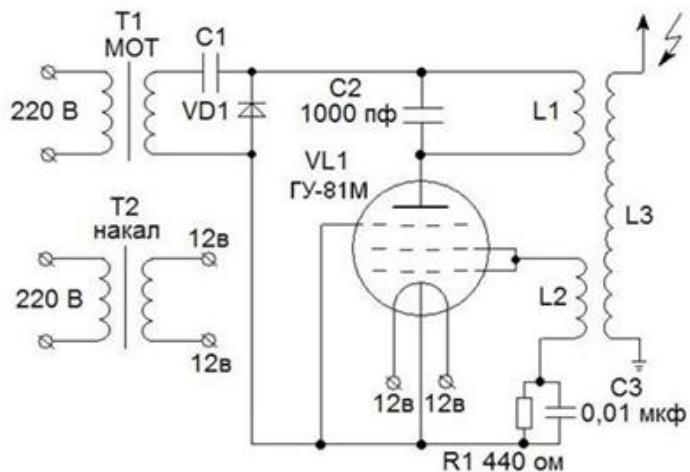


Рис. 1. Схема трансформатора

После сборки и необходимой настройки с трансформатором был проведен ряд экспериментов. Были исследованы три типа электрического разряда – стример, спарк и дуговой разряд.

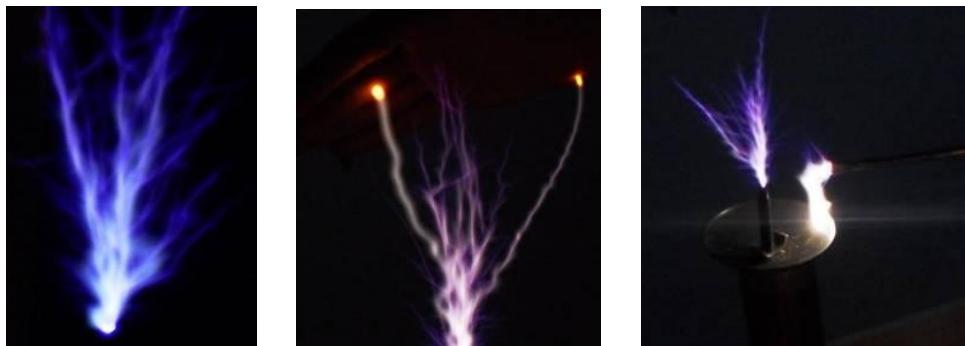


Рис. 2. Электрические разряды

С помощью спектральных трубок (неон, водород, гелий) и кварцевой лампы, наполненной парами ртути, мы наблюдали тлеющий разряд.

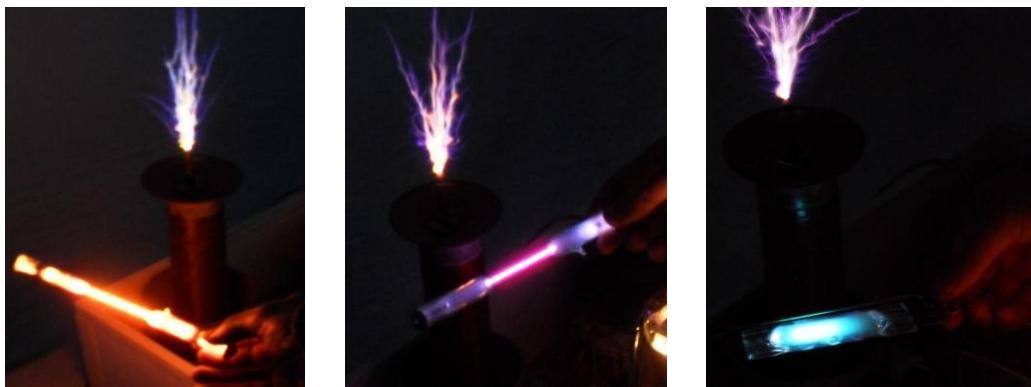


Рис. 3. Тлеющие разряды от спектральных трубок

При поднесении ламп накаливания к работающему трансформатору мы будем наблюдать, как от электродов, расположенных внутри колбы, будут исходить разряды различного цвета и формы. Цвет и форма разряда будут зависеть от газа, которым наполнена лампа, и степени разреженности.

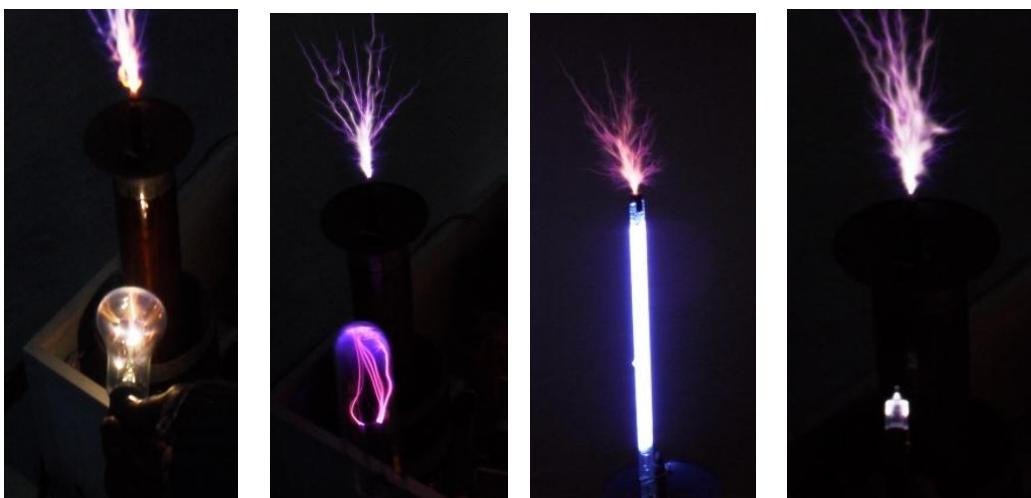


Рис. 4. Разряды от лампы накаливания

При нанесении раствора хлорида лития на терминал трансформатора цвет стримера изменяется с сине-фиолетового на розовый, а при нанесении растворов бромида калия или роданида калия цвет становится жёлтым (оранжевым).

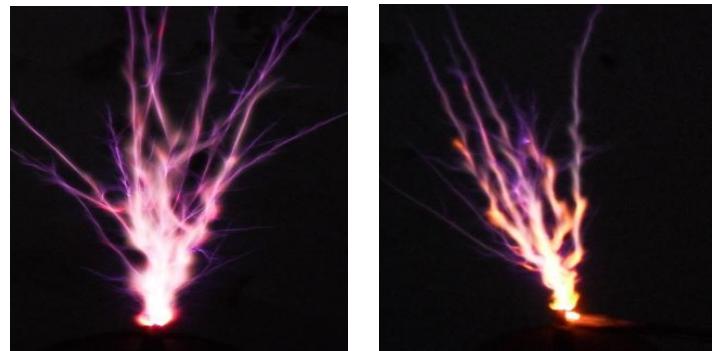


Рис. 5. Нанесение растворов хлорида лития и бромида калия

К терминалу трансформатора прикручиваем гайку с припаянной иглой. На иглу сверху по центру устанавливаем пластину-крест. После включения трансформатора из четырех концов креста выходят стримеры и под их действием пластина начинает вращаться.



Рис. 6. Гайка с припаянной иглой

При внесении флуоресцентного экрана в поле стримера, так чтобы разряд попадал на активную зону экрана, на нём остаются чёткие треки (следы), точно повторяющие структуру стримерного разряда.



Рис. 7. Флуоресцентный экран в поле стримера

В результате проведённых в данной работе исследований был сделан вывод: что трансформатор Теслы является простым в изготовлении и настройке прибором, предложенная нами конструкция является недорогой. Проверка вредного воздействия трансформатора на организм человека показала, что устройство является безопасным для использования в учебных целях при соблюдении правил техники безопасности работы с высокочастотным трансформатором.

С помощью трансформатора Теслы можно продемонстрировать множество красивых и эффектных экспериментов. Во время работы катушки мы можем наблюдать четыре типа разрядов, флуоресценцию и радиолюминесценцию, электрический разряд в вакууме, изменение цвета разряда.

Считаем, что учителям физики нужно взять на заметку результаты наших исследований и ввести лабораторные работы с использованием трансформатора Теслы для более подробного изучения конкретных тем из курса физики. Это значительно повысит у учащихся интерес к данным темам.

Список литературы

1. Шибкова Л. В., Шибков В. М. Разряд в смесях инертных газов. М. : Физматлит, 2006.
2. Велихов Е. П., Ковалёв А. С., Рахимов А. Т. Физические явления в газоразрядной плазме. М. : Наука, 1987.
3. Синкевич О. А., Стаканов И. П. Физика плазмы. М. : Высшая школа, 1991.
4. Форум. Режим доступа: <https://www.flyback.org.ru>.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СМОЛОПАРАФИНОВОЙ ФРАКЦИИ АСПО НА ЖИЗНЕНДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ГРИБА *TRICHODERMA*

А.А. Шпис¹, А.А. Петруханова¹, Л.В. Хмелева¹, Н.В. Дерягина²

¹МОУ «Лицей № 1», г. Ачинск

²Сибирский федеральный университет

Цель работы – обосновать целесообразность замены креозота на АСПО с целью подавления жизнедеятельности гриба рода *Trichoderma* при обработке шпал.

Для достижения поставленной цели потребовалось решение следующих задач:

- изучить литературу в источниках об асфальтосмолопарафиновых отложениях, дереворазрушающих грибах (*Trichoderma*) и токсичности веществ, входящих в состав АСПО;
- определить групповой состав смолопарафиновой фракции АСПО;
- проанализировать полученные результаты исследования;
- сделать выводы о токсичности веществ, входящих в АСПО, и об его влиянии на жизнедеятельность гриба *Trichoderma*;
- проводить сравнительную характеристику креозота и АСПО.

Объект исследования – асфальтосмолопарафиновые отложения, споры гриба *Trichoderma*.

Предмет исследования – влияние смолопарафиновых фракций АСПО на жизнедеятельность гриба *Trichoderma*.

Методы исследования:

- определение группового состава смолопарафиновой фракции люминесцентной хроматографией [1];
- оценка защищающей способности АСПО (фунгицидная токсичность) [2];
- анализ полученных данных.

Постановка и формулировка проблемы. На сегодняшний день асфальтосмолопарафиновые отложения (далее – АСПО) не находят должного применения в нефтяной промышленности и нигде не используются, хотя состоят из асфальтенов, смол и парафинов – веществ, которые используются в нефтепереработке. Некоторые компоненты данных отложений оказывают поражающее действие на живые организмы (например, на грибы, микроорганизмы).

Рассматривая возможные пути использования АСПО, мы наткнулись на проблему применения креозота на железных путях в качестве антисептика. Креозот – маслянистая жидкость с едким запахом, которая является ядом и канцерогеном; работа с ним становится опасной. Обработка шпал происходит по нескольким причинам, но главной из них является гниение, происходящее в результате проникновения спор дереворазрушающих грибов в непропитанную древесину по трещинам, то есть основной причиной разрушения шпал являются живые организмы.

Поэтому мы решили объединить эти проблемы (использование АСПО, замена креозота при обработке шпал) и рассмотреть влияние АСПО на один из видов грибов – *Trichoderma*.

Актуальность темы работы. Идея применения АСПО в качестве антисептика на железных дорогах при обработке шпал является не только более выгодной с эконо-

мической точки зрения (не нужно тратить средства на производство антисептика), но и с экологической (АСПО не утилизируются в почву).

Оценка новизны работы: в работе рассматривалось использование АСПО в качестве антисептика при обработке шпал.

Разработанность исследуемой проблемы. Утилизация таких органических веществ, как парафинов, асфальтенов и смол, нецелесообразна. Поэтому рассматривались разные способы эксплуатации АСПО. Например, О. М. Елашева установила возможность вовлечения жидкой части нефтешламов в товарную нефть, а также провела исследования, которые показали, что АСПО можно использовать в переработке на НПЗ как компонент канатной смазки, в производстве битумов [3].

Гипотеза. На основании полученных данных при изучении токсичности веществ, входящих в состав АСПО и креозота, гриба рода *Trichoderma* был сделан вывод, что обработка шпал смолопарафиновой фракцией АСПО будет менее токсична, но не менее эффективна.

Ход работы:

I. Определение группового состава смолопарафиновой фракции люминесцентной хроматографии.

1. Растворяем навеску АСПО (0,5 г) в 52 мл петролейного эфира.

2. Оставляем в темном месте на 24 ч.

3. Фильтруем полученный раствор. Осадок, оставшийся на фильтре, промываем эфиром до исчезновения люминесцентного свечения фильтра.

4. Сушим фильтр с асфальтенами 25 ч при 105 °С.

5. В стеклянную колонку с силикагелем (сорбент) вливаем раствор. Затем поочереди приливаем:

- изооктан;
- смесь 95 % изооктана и 5 % толуола;
- смесь 90 % изооктана и 10 % толуола;
- смесь 85 % изооктана и 15 % толуола;
- смесь 80 % изооктана и 20 % толуола;
- смесь 75 % изооктана и 25 % толуола;
- смесь 70 % изооктана и 30 % толуола;
- чистый толуол (100 %);
- смесь этилового спирта и толуола в соотношении 1:3, последнюю смесь подаём до появления бесцветных капель.

На выходе после каждой стадии мы получали растворы разных цветов, что свидетельствовало о различном групповом составе веществ.

Результаты метода люминесцентной хроматографии представлены в таблице.

Таблица
Смеси для полива картофеля

| Цвет люминесценции | Класс углеводородов | Содержание, % масс |
|--------------------|-------------------------------|--------------------|
| Сине-голубой | Моноциклические ароматические | 15,05 |
| Зеленый | Бициклические ароматические | 10,72 |
| Зеленый | | 14,16 |
| Желтый | Полициклические ароматические | 11,57 |
| Желто-зеленый | | 12,47 |
| Оранжевый | Смолы | 16,55 |
| Коричневый | | 19,48 |

II. Оценка защищающей способности АСПО относительно грибов рода *Trichoderma*.

Определение фунгицидной способности АСПО заключалось в визуальном определении ширины зоны обрастаания образца гриба рода *Trichoderma*: до и после прорастания гриба. Полученные данные показали, что на поверхности АСПО развития гриба не происходило.

Вывод. В результате исследования было выявлено, что в состав АСПО входят менее токсичные вещества (парафины, смолы, асфальтены), чем в состав креозота (фенолы). Одновременно с этим данные отложения отрицательно влияют на жизнедеятельность грибов рода *Trichoderma*, а следовательно, АСПО возможно рассматривать в качестве антисептика при обработке шпал.

Практическая значимость проделанной работы заключается в том, что результаты исследования могут быть использованы при выборе антисептика для обработки шпал. В отличие от других антисептиков АСПО не производится целенаправленно, а утилизируется как побочный продукт нефтепереработки.

Список литературы

1. ГОСТ 11851–85 Нефть. Метод определения парафина (с изменениями № 1, 2).
2. Бондарь П. Н. Штаммы грибов рода *Trichoderma* как основа для создания биопрепаратов защиты растений и получения кормовых добавок : дис. ... канд. биол. наук : 03.06.06 / Полина Николаевна Бондарь. Красноярск, 2011. 220 с.
3. Елашева О. М. Повышение ресурсов углеводородного сырья вовлечением в переработку нефтесодержащих отходов: дис. ... канд. техн. наук. Новокуйбышевск : ОАО «Средневолжский НИИ по нефтепереработке», 2002. 99 с.

ПРИМЕНЕНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ ДЛЯ СТЕРИЛИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

И.Н. Смирнов, И.В. Менжуренко, Т.Н. Протасов

МОУ «Лицей № 1», г. Ачинск

Нет нужды говорить о том, насколько важна чистота в медицине: чистые руки и инструменты, чистые халаты. Соблюдение правил применения инструментария нельзя игнорировать. Понимая это, люди очень ответственно относятся к стерилизации инструментов, но так ли это эффективно на самом деле? В лечебно-профилактических учреждениях (ЛПУ) активно внедряются инновационные методы. Стерилизация инструментов – значимый процесс, ключевой целью которого является абсолютное уничтожение микробной флоры. Современные технологии постоянно развиваются, поэтому устаревшие способы теряют свою актуальность. На смену им приходят передовые решения.

Ввиду недостаточной эффективности существующих методов, опасности для здоровья и низкого качества стерилизации перспективным направлением является развитие новейших методов стерилизации, таких как стерилизация в среде (струе) низкотемпературной плазмы.

В качестве источника низкотемпературной плазмы могут применяться плазмотроны – генераторы плазмы.

Плазмотрон – техническое устройство, в котором при протекании электрического тока через разрядный промежуток образуется плазма, используемая для обработки материалов или как источник света и тепла. Первые плазмотроны появились в середине XX века в связи с появлением устойчивых в условиях высоких температур материалов и расширением производства тугоплавких металлов. Замечательными особенностями плазмотрона как инструмента современной технологии являются:

- получение сверхвысоких температур (до 150 000 °С, в среднем получают 10 000–30 000 °С), недостижимых при сжигании химического топлива;
- компактность и надёжность;
- лёгкое регулирование мощности, лёгкий пуск и остановка рабочего режима плазмотрона.

Для стерилизации медицинского оборудования и инструментов целесообразно использовать сверхвысокочастотный (СВЧ) плазмотрон. СВЧ-разряд – электрический разряд в газах, создаваемый переменным электрическим полем с частотой 10^9 – 10^{11} Гц.

Принцип устройства СВЧ-плазмотронов заключается в передаче СВЧ-энергии веществу, находящемуся в газообразном состоянии, с целью перевода его в плазму. Обычно газ подается под определенным давлением по диэлектрической (кварцевой или керамической) трубке, которая должна быть помещена в область максимальной напряженности электрического поля. В стационарном состоянии выход тепла из плазмы полностью компенсируется поступлением в плазму СВЧ-энергии, то есть плазма является активной нагрузкой для генератора СВЧ.

Одним из наиболее простых по конструкции является плазмотрон волноводного типа, схематически изображенный на рисунке. Разрядная диэлектрическая трубка прощена через середины широких стенок прямоугольного волновода и перпендикулярно им. Вне волновода разрядная трубка окружена экранирующими металлическими труб-

ками, являющимися запредельными волноводами для СВЧ-сигнала, возбуждающего плазму.

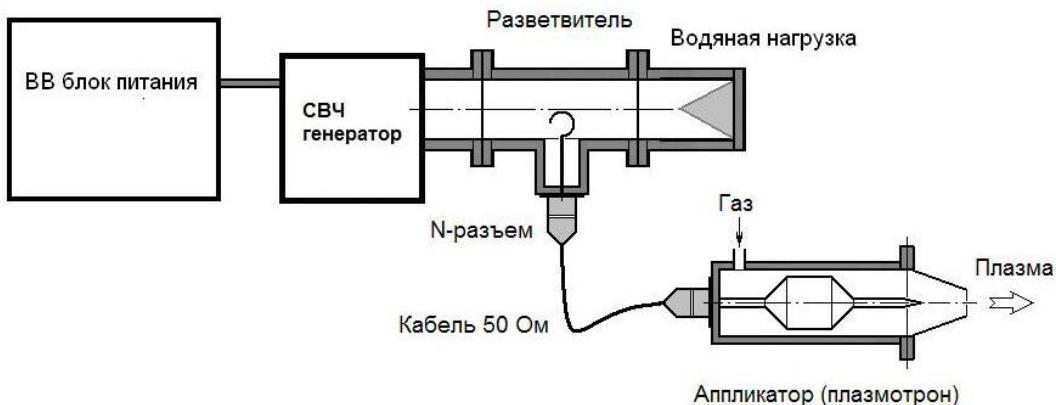


Рис. Принцип устройства СВЧ-плазмотрона

Стерилизация низкотемпературной плазмой – инновационная методика. Это передовая технология, направленная на бережную и быструю обработку инструментов. Она была разработана в 1992 году ведущей компанией Johnson&Johnson. Специалисты воплотили в жизнь свою идею с помощью систем СТЕРРАД. Это оборудование, обладающее отменными техническими и эксплуатационными характеристиками, сертифицировано и зарегистрировано в Министерстве здравоохранения.

Методика низкотемпературной обработки базируется на действии плазмы пероксида водорода. Это стерилизующий агент, убивающий разнообразные микроорганизмы. Обеззараживание медицинских инструментов осуществляется в сухой атмосфере при температуре 36 °С. Пары пероксида водорода попадают в вакуумированную камеру и создают среду, оказывающую негативное воздействие на микробную флору. Скорость процесса зависит от концентрации вещества и его окислительной активности. В среднем цикл заканчивается через 35 минут.

Низкотемпературный плазменный стерилизатор обладает весомыми преимуществами:

- 1) короткое время обеззараживания предметов (в зависимости от модели оборудования составляет 35–60 минут);
- 2) безопасность (обуславливается отсутствием излучения, вредных газов и токсических веществ);
- 3) отсутствие необходимости в проведении аэрации (инструменты применяются сразу после завершения цикла обработки);
- 4) практичность – предметы никак не повреждаются;
- 5) изделия обеззараживаются в упакованном виде, в таком состоянии они сохраняются до 12 месяцев.

Процесс обработки инструментов проходит следующим образом:

- на начальном этапе с инструментов нужно удалить кровь с помощью специальных средств и промыть их. Затем изделия необходимо высушить;
- когда подготовка окончена, инструменты упаковываются. Используется полипропиленовая пленка, пакеты или лотки, разработанные для обеспечения оптимального распределения пероксида водорода;
- до обертывания в пакеты или в контейнеры помещается химический индикатор. Возможно использование ленты, меняющей цвет. Также сотрудники больниц и частных клиник используют биологические индикаторы, исключающие ручной процесс наклеивания полосок;

- инструменты размещаются на выдвижных полках камеры. С помощью сенсорного экрана выбирается программа. Оборудование включается;
- после окончания цикла инструменты в упаковке или в лотках вынимаются.

Список литературы

1. Вашков В. И. Средства и методы стерилизации, применяемые в медицине. М. : Медицина, 1999. 368 с.
2. Рамкова Н. В. Разработка условий стерилизации изделий медицинского назначения // Дезинфекция и стерилизация. Перспективы развития : материалы Всесоюзной научной конференции. Волгоград, 1983. С. 109–110.
3. Рамкова Н. В. Стерилизация изделий медицинского назначения в профилактике внутрибольничных инфекций // Актуальные проблемы внутрибольничных инфекций : российская научно-практическая конференция. М., 1993. 243 с.
4. Рубан Г. И. Совершенствование стерилизационного дела в медицинских учреждениях : автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1983. 182 с.

ПОЛУЧЕНИЕ ТОНКИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК МЕТОДОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВЗРЫВА ПРОВОДНИКОВ

А.Ю. Филимонов, С.С. Михеев, Т.Н. Протасов

МОУ «Лицей № 1», г. Ачинск

На сегодняшний день существует достаточно большое количество методов получения металлических и неметаллических тонкопленочных покрытий. Все их большое множество отличается между собой принципами и подходами в их реализации, энергоэффективностью, производительностью, качеством получаемых покрытий (пленок) и спектром применения [1].

Проанализировав существующие методы нанесения тонких металлических пленок, мы пришли к выводу, что одним из перспективных методов получения тонких токопроводящих пленок является метод электрического взрыва проводников (ЭВП) [2].

При детальном анализе электровзрывных методов получения микро- и наноразмерных тонкопленочных покрытий были определены направления экспериментальных исследований [3, 4].

Для реализации экспериментов была собрана экспериментальная установка, состоящая из высоковольтного блока питания с напряжением 4,5 кВ, разрядного терминала для установки проводника и системы крепления мишени.

Методом ЭВП можно получать пленочные покрытия на стекле, акриле, керамике и других материалах. В наших экспериментах использовались мишени из силикатного стекла, которые располагались вертикально или горизонтально по отношению к взываемому медному проводнику диаметром 0,22 мм и длиной 100 мм. Экспериментальным методом было выявлено оптимальное расстояние, при котором мишень равномерно покрывалась тонким слоем металла, оно составило 4–5 мм.

Результаты первых экспериментов показали, что равномерность распределения пленки на поверхности мишени зависит от ее чистоты, расстояния между мишенью и взываемым проводником, энерговложением. На фотографии можно увидеть неравномерность распределения пленки на поверхности мишени № 1, причиной послужило отсутствие обработки поверхности.

В последующих экспериментах все мишени предварительно «обезжиривались» этиловым спиртом.

В течение всего периода исследований было получено 11 мишеней. Из них четыре мишени (№ 3, 6, 7, 8) были разрушены ударной волной в результате электровзрыва. Для последующего изучения полученных пленок мишени были восстановлены с помощью клейкой прозрачной ленты.

На мишенях № 4, 5, 9, 10, 11 были получены равномерные и достаточно стойкие пленочные покрытия.

В одном из экспериментов было решено использовать мишень с шероховатой поверхностью (№ 6). Рабочее расстояние между мишенью и проводником было выбрано 5 мм. После электровзрыва пленка на мишени не образовалась. Вероятнее всего, это связано с низкой адгезией.

При измерении линейных размеров полученных медных пленок на мишенях № 9–11 была определена средняя ширина покрытия a_{cp} : для мишени № 9 $a_{cp} = 7,54$ мм, № 10 $a_{cp} = 7,69$ мм и для мишени № 11 $a_{cp} = 9,36$ мм. Ширина распределения пленки на ми-

шени зависит от энергии, подводимой к проводнику, расстояния от проводника и скорости подачи импульса в разрядный контур.

После получения пленок на мишенях № 7, 8 и 10 было произведено измерение электрического сопротивления медной пленки двухзондовым методом с помощью мультиметра «Mastech – MY64». Сопротивление измерялось в произвольных точках, расстояние между измерительными электродами составляло 5 мм. Ниже на графиках отображено распределение электрического сопротивления полученных пленок (рис. 1–3).

Мишень №7

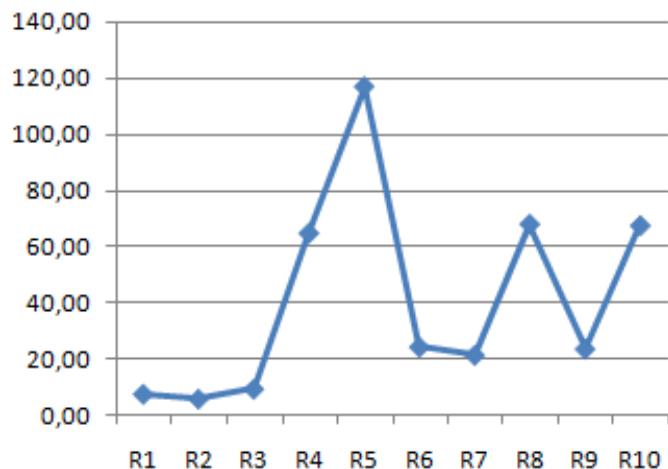


Рис. 1

Мишень №8

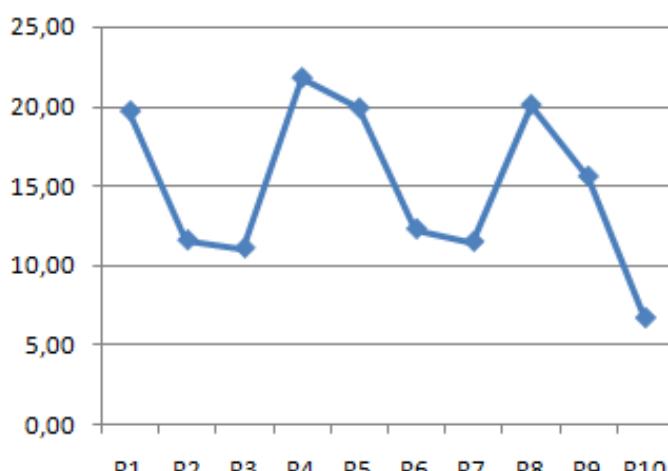


Рис. 2

Проанализировав графики, пришли к выводу, что электрическое сопротивление пленки в первую очередь зависит от ее толщины. Немаловажным фактором является неравномерность пленок, что связано с недостаточной разработкой параметров взрыва, а также микродефектами на поверхности стекла. Большую роль играют оксиды меди, которые образуются при взаимодействии парогазовой смеси с кислородом воздуха [1].

Мишень №10

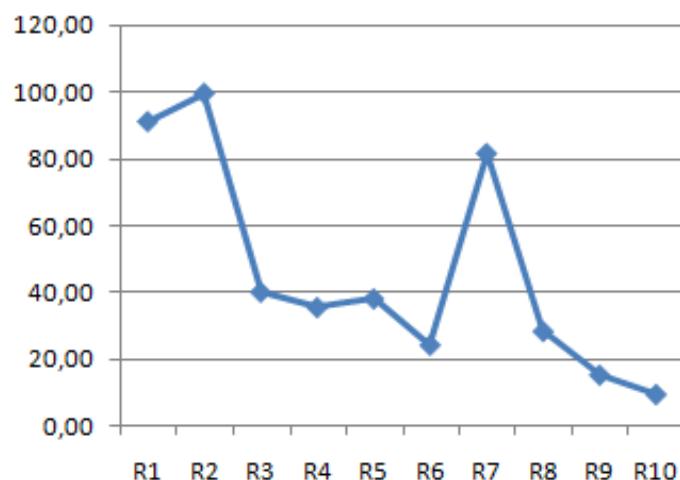


Рис. 3

На сегодняшний день ведутся работы по оптимизации данного метода и улучшению качества получаемых покрытий. Все эксперименты проводились при нормальных атмосферных условиях, что вносило изменения в качество и химический состав получаемых пленок. После предварительных расчетов эксперименты будут проведены в условиях вакуума. Дальнейшая реализация данного проекта направлена на продолжение изучения получения тонких металлических пленок, что связано с перспективами применения полученных результатов в микроэлектронике.

Список литературы

1. Мансуров Г. Н., Петрий О. А. Электрохимия тонких металлических пленок : монография. М. : МГОУ, 2011. 351 с.
2. Гусев А. И. Нанокристаллические материалы: методы получения и свойства. Екатеринбург : УрО РАН. 1998.
3. Седой В. С. Исследование электрического взрыва проводников и его применение в электрофизических установках : дис. ... д-ра техн. наук : 01.04.13. Томск, 2003.
4. Селиванов В. В., Кобылкин И. Ф., Новиков С. А. Взрывные технологии : учебник для вузов / под ред. В. В. Селиванова. М. : Изд. МГТУ Н.Э. Баумана, 2008.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕШИФРИРОВАНИЕ РАЙОНА ГОРОДА ИГАРКИ

Н.А. Бородуллина¹, С. И. Сериков²

¹МКОУ «СШ г. Игарки им. В.П. Астафьева», г. Игарка

²Игарская геокриологическая лаборатория

Института мерзлотоведения СО РАН, г. Якутск

Введение

Объектом исследования является город Игарка и его окрестности. Игарка – город (с 1931 года) районного подчинения в Туруханском районе Красноярского края России. Город расположен на берегу Игарской протоки Енисея, в 1330 км к северу от Красноярска по прямой. Находится за полярным кругом, в зоне распространения вечной мерзлоты, относится к районам Крайнего Севера. Раньше это был один из крупнейших в мире северных морских портов, градообразующее предприятие – Игарский лесопильно-перевалочный комбинат, который поставлял на экспорт до полутора миллионов кубометров высокосортного пиломатериала ежегодно (не функционирует с 2006 года). Прежде чем начать речь об объекте исследования, следует рассмотреть некоторые понятия и термины предмета исследования.

Космическое дешифрирование – процесс обнаружения, распознавания объектов, а также определения количественных и качественных характеристик по их фотоизображениям.

Основные виды, методы и способы дешифрирования. В зависимости от назначения и задач, решаемых в ходе обработки космических снимков, различают несколько видов дешифрирования. Одним из основных является общегеографическое дешифрирование космических снимков, которое решает одну из основных задач (получение обобщенной информации) и включает две разновидности дешифрирования – топографическое и ландшафтное.

Кроме того, существует большое разнообразие тематического и отраслевого дешифрирования космических снимков, одним из них является экологическое.

Предварительно просмотрели снимки, взяли приложение «Google Earth», в основу которого входят базовые космические снимки спутниковых систем SPOT-6, SPOT-7, Landsat-8. Космические аппараты (КА) продолжают линейку спутников наблюдения за земной поверхностью в рамках программы SPOT для гарантированной непрерывности получения данных высокого разрешения на годы вперед. Новый КА Landsat-8 продолжает выполнение программы Landsat, поставляя данные для использования в сельском хозяйстве и других отраслях экономики, а также в образовании, бизнесе, государственном управлении. На КА Landsat-8 установлены два сенсора – оптико-электронный и тепловой.

Используя разновременные и разноспектральные снимки земной поверхности и проводя детальные наблюдения в районе Игарки, разработали классификацию нарушенности поверхности по степени воздействия урбанизированных территорий на природную среду, которая вошла в основу построения экологической карты-схемы.

Классификация нарушенности по степени воздействия урбанизированных территорий на природную среду (на примере Игарки):

I. Ненарушенная поверхность (первичная). Ландшафт не нарушен, влияние человеческого фактора отсутствует. Ландшафтный облик не изменил своего первоначального вида и формы.

II. Слабо нарушенная поверхность. Ландшафт и форма поверхности изменены. Степень нарушенности составляет не более 25–30 % на 1 км². При отсутствии дальнейшего воздействия на природную среду возможно полное восстановление в течение 10–15 лет.

III. Средняя степень нарушенности. Ландшафт сильно нарушен, форма поверхности значительно изменена под влиянием человеческого фактора. На 1 км² нарушенность составляет 50–70 %. Полное или частичное восстановление возможно только с помощью человека при значительных финансовых затратах и за длительный период.

IV. Сильная степень нарушенности. Ландшафт и форма поверхности изменены полностью. На 1 км² нарушенность составляет 100 %. Восстановление возможно частично.

V. Катастрофическое нарушение. Ландшафт, поверхность и вещественные состав почвы изменены полностью, присутствуют компоненты, вызывающие гибель флоры и фауны, происходит косвенное или прямое вредное влияние на сопредельные территории. Восстановление возможно за длительный период и только после полной рекультивации.

Цель. Изучить методику дешифрирования и построить карту-схему.

Задачи:

1. Ознакомиться с методикой дешифрирования.
2. Разработать классификацию нарушенности по степени воздействия урбанизированных территорий на природную среду (на примере Игарки).
3. Построить карту-схему на основе разработанной классификации.
4. Провести социологический опрос среди населения, основанный на наблюдении об экологической ситуации г. Игарки.
5. На основе полученных результатов сделать выводы.

Гипотеза – разработанную классификацию попробовать применить к конкретному типу местности, населенному пункту – городу Игарке.

Актуальность – данная работа позволит выявить и оценить участки по степени нарушенности воздействия урбанизированных территорий на природную среду.

Проблема – город Игарка расположен в береговой части р. Енисей и оказывает влияние на экологическую составляющую водного бассейна этой реки. Степень загрязнения поверхности и воды может вызвать негативные последствия на деятельность человека и обитателей реки.

Основная часть

После проведения дешифрирования местности и на основе дешифровочных признаков была составлена «Классификация нарушенности по степени воздействия урбанизированных территорий на природную среду (на примере г. Игарки)». На основе космического снимка в приложении программы «Google Earth» (рис. 1) сделана карта-схема (рис. 2), на которой выделены основные и второстепенные водотоки, пути миграции поверхностного стока, переувлажнённые участки, объекты инфраструктуры г. Игарки и участки с различной степенью нарушенности (согласно приведённой выше классификации).

Мы подняли все водотоки и выделили участки заболоченной территории.

Обозначив на карте-схеме участки загрязнения, мы распределили их по группам и по занимаемой площади. В таблице указана общая площадь картирования и распределены площади по степени нарушенности.



Рис. 1. Снимок в «Google Earth»



Рис. 2. Карта-схема

Таблица

| Степень нарушенности | Площадь картирования, км ² |
|----------------------|---------------------------------------|
| Всего: | 223,2 |
| I | 187,0 |
| II | 25,8 |
| III | 3,2 |
| IV | 6,6 |
| V | 0,6 |

Примером выделения одного из дешифровочных признаков является космический снимок (рис. 3), на котором отчётливо выделяется шлейф дымового и плевого загрязнения реки и окрестностей г. Игарки. С помощью компьютерной обработки проведён синтез цветового изображения для более отчётливого восприятия проявления загрязнения.

Получив окончательную карту-схему, мы решили убедиться в своей гипотезе и провели социологический опрос среди населения города об экологическом состоянии г. Игарки и возможности его оценки помошью дешифрирования дистанционного зондирования Земли (100 респондентов).

По результатам опроса большинство респондентов считает, что наш город загрязненный, наиболее загрязненное место в городе – это водоемы и вся территория города, самым наименее загрязнённым, по их мнению, оказались район микрорайонов и лесная зона. Большая половина опрошенных знает, что такое дешифрирование, а те, кто не знает, хотели бы узнать.



Рис. 3. Космический снимок

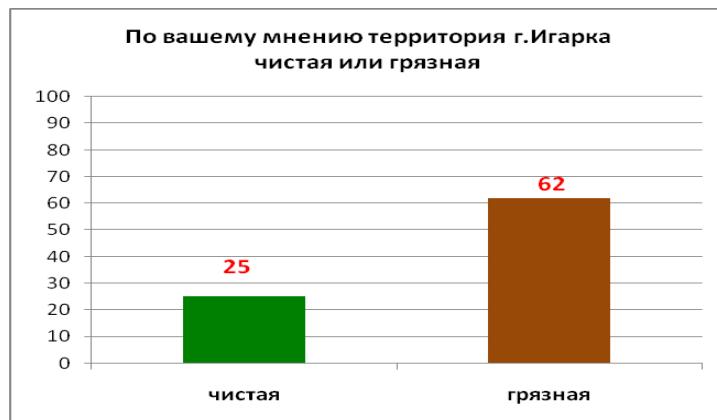


Рис. 4. График 1

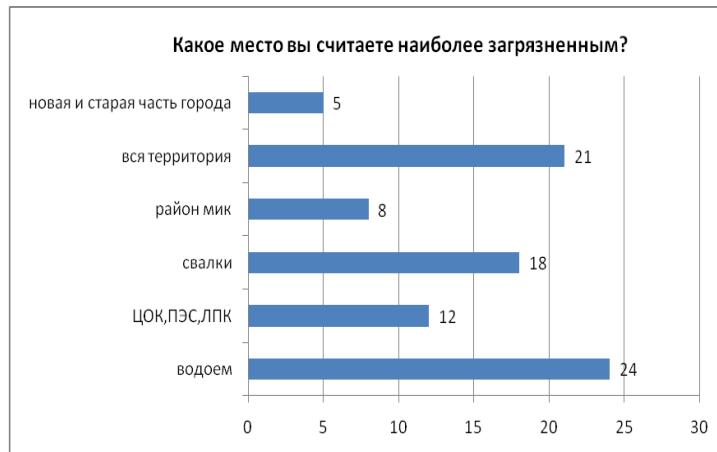


Рис. 5. График 2



Рис. 6. График 3

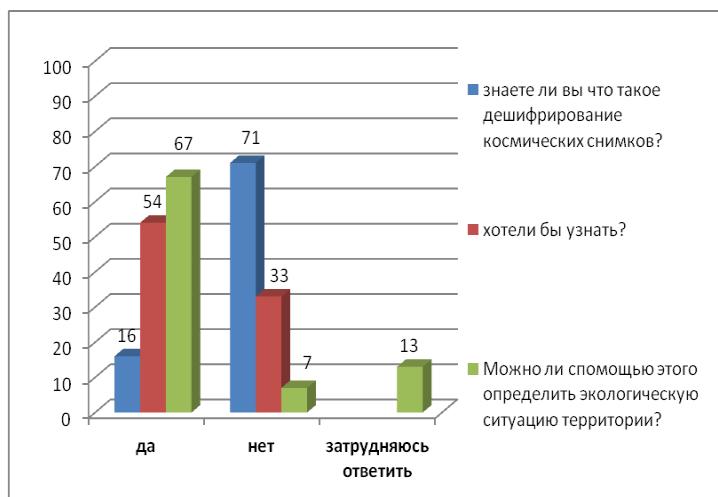


Рис. 7. График 4

Выводы

Анализируя полученные данные, можно с уверенностью сказать, что мы изучили методику дешифрирования в нужной нам отрасли, а именно экологическое дешифрирование, разработали классификацию и сделали карту-схему.

Можно сделать вывод, что данная работа позволяет выявить участки с нарушенностью по степени воздействия урбанизированных территорий на природную среду.

Таким образом, на основе полученных результатов опроса мы сделали вывод: наша гипотеза подтверждает, что разработанную классификацию можно применить к конкретному типу местности, например, населенному пункту город Игарка.

Список литературы

1. Салищева К. А., Книжникова Ю. Ф. Космическая съемка и тематическое картографирование. М., 1980.
2. Лабутина И. А. Дешифрирование аэрокосмических снимков. М. : Аспект Пресс, 2004.
3. Аковецкий В. И. Дешифрирование снимков. М. : Недра, 1983.
4. URL: <https://kirill-kvs.livejournal.com/1334.html>.
5. Заполярная Игарка. URL: <https://www/igarka/ru>.
6. Google-карты. URL: <https://www/google.com/earth>.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОГЭС В ТРУБОПРОВОДЕ НА НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

Н.М. Чернецов¹, Н.А. Ульянкин¹, В.А. Агапченко¹, Н.В. Дерягина²

¹МОУ «Лицей № 1», г. Ачинск

²Сибирский федеральный университет

Актуальность. Практически во всех компаниях нефтегазовой отрасли на протяжении ряда лет реализуются программы по энергосбережению и повышению энергоэффективности. Особенно актуально это направление для регионов Восточной Сибири и Дальнего Востока, где происходит освоение крупных месторождений в суровых природно-климатических условиях.

Таким образом, одним из наиболее интересных направлений развития нетрадиционной энергетики является использование энергии технологических процессов подтоварной воды с помощью микроГЭС.

Целью работы является разработка метода снижения нагрузки на электросети путём использования потенциальной энергии водяного потока подтоварной воды с помощью микроГЭС.

Задачи:

- изучение традиционных и альтернативных источников энергоснабжения, в том числе и на нефтегазовых месторождениях;
- провести литературный и патентный обзор по тематике «Использование микроГЭС». Изучить классификации микроГЭС;
- поиск участка для установки гидротурбины в системе установки предварительного сброса воды;
- подбор турбины и поставщика микроГЭС;
- расчёт окупаемости проекта.

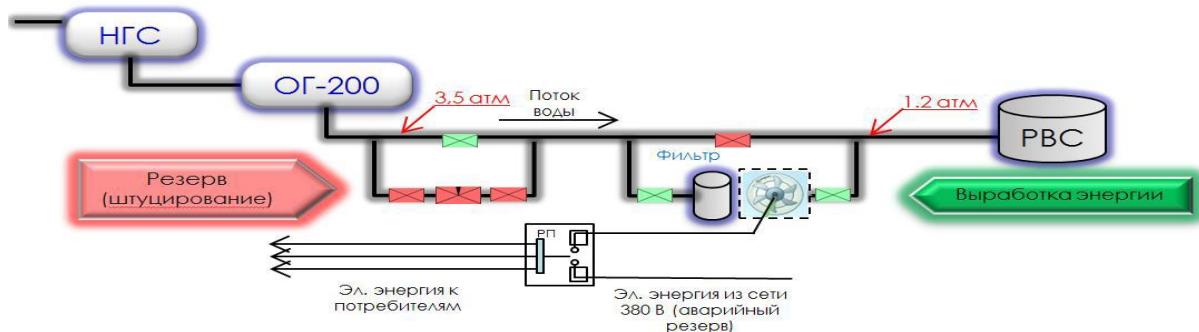


Рис. 1. Схема подготовки

Преимущества применения микроГЭС:

- расчетная себестоимость электроэнергии, вырабатываемой на подобной ГЭС, составляет не более 0,45–0,5 рублей за 1 кВт·ч;
- выработка электроэнергии на собственные нужды объекта без затрат топлива до 150 кВт;
- экологическая безопасность;
- нет необходимости в наличии больших водоемов;

- простота в управлении, микроГЭС может быть полностью автоматизирована;
- полный ресурс работы не менее 40 лет.



Рис. 2. Использование микроГЭС

Перспективы. Предлагаемые установки относятся к возобновляемым источникам энергии. Предназначены для использования потенциальной энергии водяного потока промышленных систем.

Вывод. Согласно расчётом за год микроГЭС поставщика МНТО «ИНСЭТ» произведёт 136 100 кВт. Эту энергию можно использовать на благо предприятия, запитывая лампочки или инфракрасные обогреватели на нефтегазодобывающих кустах. Анализ экономической эффективности микроГЭС показывают целесообразность выполненного исследования, а значит данная установка имеет право на строительство и эксплуатацию.

Список литературы

1. Бытовые электростанции [Электронный ресурс] : Газотурбинные и газопоршневые электростанции. URL: <http://www.e3power.ru/gas-electro/gazoporshnevye-gazoturbinnye.php>.
2. Энергетические газотурбинные установки и энергетические установки на базе газопоршневых и дизельных двухтопливных двигателей [Электронный ресурс] : Энергетические газотурбинные установки. URL: http://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=787.
3. Кабашов В. Ю., Газеев И. Р. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие. Уфа : Изд-во БашГАУ, 2015. 104 с.
4. Когенерационные установки [Электронный ресурс] : Принцип работы когенерации. URL: <http://kgu.tedom.com>.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМЫ СТОКА СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ ВАНКОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

A.C. Савич, В.В. Серватинский

Сибирский федеральный университет

Освоение территорий Сибири и Крайнего Севера несет в себе огромное стратегическое значение для России, так как данные территории таят в себе уникальные месторождения полезных ископаемых. Огромные производительные силы направлены на освоение этих территорий, но своеобразие природных комплексов, малоизученность многолетнемерзлых грунтов (далее – ММГ) и подземных льдов во многом усложняет и затрудняет строительство автомобильных дорог. Практически нет ни одной действующей автомобильной дороги, которая при сложных природно-климатических условиях продолжала в процессе эксплуатации сохранять свои нормативные показатели. Строительство и эксплуатация автомобильных дорог вносят большие изменения в температурные гидрогеологические условия многолетнемерзлых грунтов, влияние этих изменений необходимо постоянно контролировать в течение всего периода эксплуатации, выполняя соответствующие мероприятия по содержанию и текущему ремонту.

Несмотря на широкие исследования, многие аспекты этой проблемы еще не решены, особенно на региональном уровне с разработкой конкретных рекомендаций по различным способам предотвращения социальных и экологических катастроф. Свидетельством этого являются все еще продолжающиеся затруднения с эксплуатацией транспортных сооружений.

В исследуемом регионе на ММГ ежегодно возводятся сотни инженерных сооружений, срок службы которых в 2–5 раз меньше, а затраты на ремонт и восстановление в 4–9 раз больше, чем на обычных грунтах, и достигают 50–90 % от их первоначальной стоимости.

В ходе многолетних наблюдений выявлена следующая проблема – в летний период в районе ММГ обнаружено явление увеличения объема стока воды, который подходит к створу дорожных водопропускных труб, являющихся основным видом малых искусственных сооружений на автомобильных дорогах.

Особенно актуальны эти вопросы при освоении очень перспективных нефтегазовых месторождений на территории Енисейского севера в Красноярском крае.

Для исследования особенностей свойств ММГ в данном районе определено Ванкорское нефтегазоконденсатное месторождение, которое активно эксплуатируется с 2004 года. Рядом в этом районе начинаются разработка и эксплуатация Тагульского месторождения с перспективой продвижения на северо-запад.

Ванкорское месторождение географически расположено в Туруханском районе Красноярского края в 140 км от г. Игарки.

В тектоническом отношении территория исследования находится в зоне сочленения северо-восточной части Западно-Сибирской геосинеклизы с Енисейско-Хатангским региональным прогибом.

Ванкорское месторождение является гигантским, тем не менее детальный анализ имеющегося фактического материала, вероятно, позволит рассмотреть закономерности сезонных процессов промерзания и оттаивания ММГ. Выявление закономерностей ММГ позволит получить экономический эффект при строительстве транспортных сооружений в ходе освоения новых месторождений в этом регионе.

На основе анализа диаграмм ГИС была проведена детализация общепринятой схемы гидрогеологической стратификации юрско-мелового разреза. В результате выделены основные водоносные и водоупорные горизонты в пределах исследуемого региона. На территории Ванкорского месторождения обособляются два гидрогеологических этажа – нижний (затрудненного водообмена) и верхний (активного водообмена), разделенные между собой мощным региональным турон-олигоценовым водоупором, который прослеживается на большей части Западно-Сибирского мегабассейна. В районе Ванкорского месторождения водоупор представлен глинистыми отложениями насоновской и салпадаяхинской свит.

Нижний гидрогеологический этаж охватывает палеозойские, юрские и меловые отложения. В пределах юрской части разреза выделяются два гидрогеологических комплекса: нижнесреднеюрский и верхнеюрский.

Меловые отложения делятся на два водоносных комплекса: неокомский, представленный берриаским, верхненижнекхетско-соленинским, суходудинско-малохетским водоносными горизонтами и апт-альб сеноманский водоносный комплекс, в пределах которого выделяется яковлевско-долшанский водоносный горизонт. Все перечисленные водоносные горизонты сложены преимущественно проницаемыми песчано-алевролитовыми породами и разделяются между собой аргиллито-глинистыми водоупорами.

Верхнемеловой и кайнозойский комплексы, относящиеся к верхнему гидрогеологическому этажу, представлены рыхлыми несцементированными песчано-алевролитовыми породами и между собой условно разделены глинами кэтпарской свиты.

В нашей работе актуальны верхние грунты, которые участвуют в сезонном оттаивании. Характеристики этих грунтов представлены в таблице.

Таблица

Геологические и теплофизические характеристики пород в районе ММГ Туруханского района Красноярского края

| Грунт | Интервал глубин, м | Среднегодовая температура пород, °С (на h_0 , м) | Н, максимальная глубина сезонного оттаивания пород, м | Коэффициент теплопроводности, Вт/(м · °С) | | Объемная теплоемкость, Вт·ч/(м ³ · °С) | | Теплота фазового перехода, Вт·ч/м ³ |
|------------------------------|--------------------|--|---|---|--------------|---|--------------|--|
| | | | | талой фазы | мерзлой фазы | талой фазы | мерзлой фазы | |
| Торф | 0–1,5 | –1,64 | 0,54 | 0,93 | 1,39 | 1044,0 | 754 | 55 800 |
| Песок | 1,5–110 | –1,43 | 0,69 | 2,15 | 2,37 | 770,0 | 592,0 | 29 760 |
| Суглинок средний гравелистый | 1,5–2,05 | –1,26 | 0,87 | 1,45 | 1,57 | 835,2 | 603,2 | 38 976 |

Исходя из поставленной задачи, теплобалансовые наблюдения были направлены на изучение теплового взаимодействия водного потока жидких осадков с ложем водоупора ММГ в короткий летний период.

Согласно СНИП 2.01.14–83 максимальный расход ливневых вод определяют по формуле

$$Q_{\text{л}} = 16,7 \cdot a_{\text{час}} \cdot k_1 \cdot \alpha \cdot \psi \cdot F,$$

где 16,7 – коэффициент, учитывающий размерность величин в данной зависимости; $a_{\text{час}}$ – интенсивность ливня часовой продолжительности, мм/мин, определяемая в зависимости от заданной вероятности превышения и ливневого района; k_1 – коэффициент

перехода от интенсивности ливня часовой продолжительности к интенсивности ливня расчетной продолжительности; α – коэффициент потерь стока, зависит от грунта на водосборе; ψ – коэффициент редукции, учитывающий неполноту стока, зависит от площади водосбора; F – площадь водосбора, км^2 .

С учетом анализа выполненного исследования на ММГ необходимо в стандартную формулу вводить новый поправочный коэффициент, учитывающий грунтовые региональные условия – q (величина теплового потока).

Величина теплового потока от дождевых осадков в ММГ через оттаявший грунт находится из следующего выражения:

$$q = \lambda / h \cdot T_n,$$

где q – плотность теплового потока в оттаивающий массив; λ – коэффициент теплопроводности оттаивающих пород; h – высота талого слоя ММГ; T_n – температура поверхности грунта.

Анализ и систематизация полученных данных, проведение их статистической обработки, выявление взаимосвязей между данными позволили сделать вывод о том, что строительные нормы и правила требуют корректировки для территорий Сибири и Крайнего Севера.

Список литературы

1. ВСН 137–89 (Минтрансстрой СССР) «Проектирование, строительство и содержание зимних автомобильных дорог в условиях Сибири и Северо-Востока СССР» [Электронный ресурс]. М. : Стандартинформ, 1990 // Профессиональные справочные системы «Техэксперт». URL: <http://www.cntd.ru>.
2. Иванов И. П., Тржцинский Ю. Б. Инженерная геодинамика СПб. : Наука, 2001. 416 с.
3. ОДМ 218.9.015–2016 «Рекомендации по организации автоматизированного мониторинга состояния искусственных сооружений автомобильных» [Электронный ресурс]. М. : Стандартинформ, 2016 // Профессиональные справочные системы «Техэксперт». URL: <http://www.cntd.ru>.
4. ОДМ 218.2.091–2017 «Геотехнический мониторинг сооружений инженерной защиты автомобильных дорог» [Электронный ресурс]. М. : Стандартинформ, 2017 // Профессиональные справочные системы «Техэксперт». URL: <http://www.cntd.ru>.
5. Павлов А. В., Малкова Г. В. Современные изменения климата на Севере России. Альбом мелкомасштабных карт. Новосибирск : Академ. изд-во «Гео», 2005. 54 с.

Секция 2

**Добыча, транспортировка,
хранение и переработка
нефти и газа**

ВЛИЯНИЕ ГРУППОВОГО СОСТАВА НА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ

М.П. Демьяненко¹, Д.И. Соловьева¹, Л.В. Хмелева¹, Н.В. Дерягина²

¹МОУ «Лицей № 1», г. Ачинск

²Сибирский федеральный университет

Требования по эксплуатации транспорта в любое время года и в различных климатических зонах России заставляют особо внимательно подходить к вопросу производства зимних дизельных топлив с улучшенными низкотемпературными свойствами.

В отличие от бензинов в состав дизельных топлив входят высокомолекулярные парафиновые углеводороды нормального строения, имеющие достаточно высокие температуры плавления. Понижение температуры приводит к выпадению н-парафинов из топлива в виде кристаллов различной формы, и топливо мутнеет. Протекание этого процесса приводит к забивке топливной аппаратуры кристаллами парафинов.

Таким образом, вопрос об изучении влияния н-парафинов на низкотемпературные свойства с целью определения эффективной технологии получения зимних сортов дизельных топлив является весьма актуальной задачей, особенно в условиях использования этих видов топлива, например, в северных районах Красноярского края.

Проблема заключается в том, что в существующих исследованиях уделяется большое внимание вопросу улучшения низкотемпературных свойств дизельных топлив за счет присадок, но недостаточно изучено влияние н-парафинов на низкотемпературные свойства дизельных топлив.

В основу нашего исследования легли знания о показателях низкотемпературных свойств, изучению которых были посвящены работы таких российских ученых, как А. А. Гуреев, И. Г. Фукс [2, 3].

Цель данной работы – определение влияния разных групп н-парафинов и ароматических углеводородов на низкотемпературные свойства дизельных топлив.

Основные задачи отражают последовательность достижения цели:

1) проанализировать информацию о видах дизельных топлив, их фракционном составе и низкотемпературных свойствах в литературных источниках;

2) экспериментально оценить влияние различных групп н-парафинов и ароматических углеводородов на низкотемпературные свойства дизельных топлив.

Гипотеза: небольшие отклонения в качественном и количественном содержании отдельных подгрупп углеводородов способны оказывать влияние на характер кристаллизационных процессов, протекающих в системе, что находит свое отражение в физико-химических свойствах системы (плотность, вязкость, температура застывания, ПТФ и т.п.).

Обоснование выбора объектов исследования. В качестве объектов исследования использовались образцы дизельного топлива различных производителей – основных поставщиков нефтепродуктов в Красноярском крае. При выборе нефтепродуктов исходили из соображений изменения их физико-химических свойств и показателей в широких пределах, что позволило бы установить взаимосвязь низкотемпературных свойств этих нефтепродуктов и их физико-химических свойств. Поэтому в качестве

объектов для исследования выбраны летние и зимние сорта дизельных топлив. Для работы были взяты следующие образцы дизельных топлив:

1 – зимнее ДТ ОАО «Ачинский НПЗ ВНК»;

2 – летнее ДТ ОАО «Ачинский НПЗ ВНК»;

3 – ДТ ОАО «Ачинский НПЗ ВНК» утяжеленного фракционного состава (сырье для компаундирования ДТ различных марок).

Экспериментальная часть и методы исследования. Для выполнения поставленных задач были проведены экспериментальные исследования физико-химических свойств дизельных топлив, а также определен индивидуальный углеводородный состав образцов.

Полученные результаты определения физико-химических свойств исследуемых образцов и суммарное содержание отдельных групп углеводородов представлены в таблице.

Таблица

Физико-химические свойства исследуемых образцов ДТ

| Показатель | Зимнее ДТ | Летнее ДТ | Утяжелённое ДТ |
|--|-----------|-----------|----------------|
| Температура помутнения, °C | -18 | -11,5 | +4,5 |
| Температура застывания, °C | -50,1 | -35 | +4 |
| Фракционный состав | | | |
| 50 % | 264 | 247 | 324 |
| 96 % | 348 | 342 | 360 |
| $\sum C_{\text{н-парафины}}$ % масс | 20,31 | 22,2 | 26,6 |
| Суммарное содержание н-алканов, % масс | | | |
| C_{12-15} | 55,27 | 38,00 | 5,76 |
| C_{16-21} | 41,34 | 53,50 | 78,17 |
| $C_{22} \text{ и } >$ | 3,39 | 8,50 | 16,07 |
| $k1 = \sum C_{12-15} / \sum C_{16-21}$ | 1,34 | 0,71 | 0,074 |
| $k2 = \sum C_{22} \text{ и } > / \sum C_{16-21}$ | 0,082 | 0,158 | 0,201 |
| $K = k1/k2$ | 16,34 | 4,49 | 0,37 |
| Анилиновая точка t_{AT} , °C | 63,8 | 67,5 | 76,5 |

Установлена взаимосвязь между температурой застывания дизельных топлив и комплексной величиной ($k1/k2$): с ростом величины ($k1/k2$) температура застывания топлива понижается (рисунок).

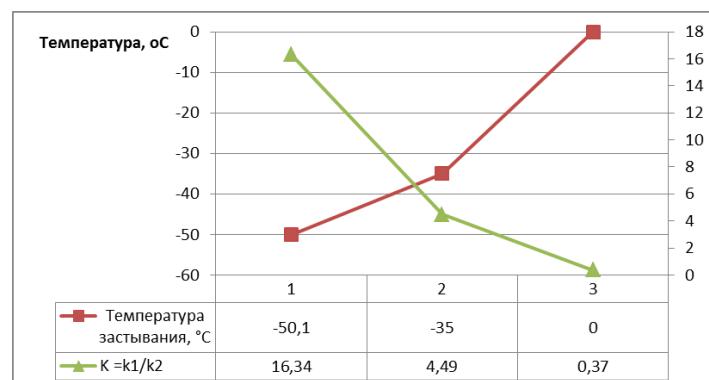


Рис. Взаимосвязь между температурой застывания дизельных топлив и комплексной величиной ($k1/k2$)

Следует отметить, что наиболее высокую температуру помутнения имеют дизельные топлива с самыми низкими значениями комплексной величины (k_1/k_2). Данные (таблица) также показывают, что увеличение анилиновой точки, а следовательно, уменьшение содержания ароматических углеводородов (являющихся растворителями для н-парафинов), приводит к понижению температуры застывания дизельных топлив. Кроме того, ухудшению низкотемпературных свойств представленных образцов сопутствует утяжеление фракционного состава.

Таким образом, исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что температура помутнения дизельного топлива зависит не столько от количества н-парафинов, сколько от их распределения по молекулярным массам и соотношений с углеводородами изостроения, низкоплавких н-парафинов C_6-C_{14} и ароматическими углеводородами, которые являются растворителями длинноцепных н-парафинов.

Заключение. Экспериментально установив содержание различных групп н-парафинов и ароматических углеводородов, а также низкотемпературные показатели в летнем, зимнем и утяжелённом топливах, сделали выводы:

- 1) низкотемпературные показатели дизельных топлив определяются содержанием в них парфиновых углеводородов и фракционным составом;
- 2) увеличение доли парфиновых углеводородов с C_{22} и больше относительно н-парафинов с C_{16-21} приводит к ухудшению низкотемпературных свойств;
- 3) утяжеление фракционного состава дизельных топлив также ухудшает низкотемпературные характеристики;
- 4) содержание ароматических углеводородов в дизельном топливе улучшает низкотемпературные характеристики, так как арены являются растворителями высококипящих н-парафинов. Однако необходимо отметить, что полициклические арены в двигателе полностью не сгорают и в виде смолистых отложений оседают на стенках камеры сгорания, поршне, форсунках, что отражается на ресурсе работы двигателя.

В ходе исследования наша гипотеза подтвердилась: небольшие отклонения в качественном и количественном содержании отдельных подгрупп углеводородов способны оказывать влияние на низкотемпературные характеристики дизельных топлив.

Список литературы

1. ГОСТ 305–82 Топливо дизельное. Технические условия.
2. Фукс И. Г., Спиркин В. Г. Шабалина Т. Н. Химмотология в нефтегазовом деле : учеб. пособие. М. : ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ Нефти и газа имени И. М. Губкина, 2004. 280 с.
3. Гуреев А. А., Азев В. С., Камфер Г. М. Топлива для дизелей. Свойства и применение. М. : Химия, 1993. 336 с.
4. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение : справочник / Анисимов И. Г., Бадыштова К. М., Бнатов С. А. и др.; под ред. В. М. Школьникова. Изд. 2-е перераб. и доп. М. : Издательский центр «Техинформ», 1999. 596 с.

ВЛИЯНИЕ СЕРЫ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА БИТУМОВ

В.Д. Ступень¹, А.И. Зырянов¹, Л.В. Хмелева¹, Е.И. Лесик²

¹МОУ «Лицей № 1», г. Ачинск

²Сибирский федеральный университет

Актуальность темы работы. В настоящее время автотранспорт является неотъемлемой частью жизни каждого человека, с каждым годом его количество и интенсивность движения увеличивается. При этом традиционные асфальтобетоны не способны обеспечить в условиях грузонапряженного и интенсивного движения долговечность верхних слоев дорожных покрытий.

Мы считаем, что **проблема** заключается в том, что с каждым годом количество автовладельцев становится всё больше и, соответственно, нагрузка на автодороги растет. Проблемой является и влияние на экологию продуктов переработки нефти. Так, после гидрокрекинга одним из остаточных продуктов является сера, которую нужно утилизировать безопасно для окружающей среды.

Цель работы: исследовать возможность утилизации серы как модификатора дорожного битума.

Задачи:

- 1) изучить свойства серы и имеющиеся способы ее утилизации;
- 2) изучить эксплуатационные свойства дорожных битумов;
- 3) исследовать влияние серы на свойства дорожных битумов;
- 4) сделать вывод о возможности утилизации серы в целях улучшения эксплуатационных свойств дорожного битума.

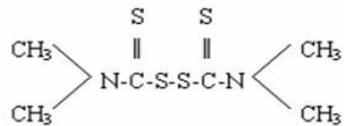
Гипотеза: сера позволит повысить такие свойства битума, как твердость и эластичность, увеличить температуру размягчения и понизить температуру хрупкости.

Методы и методики решения основных задач. Нами были использованы как теоретические, так и практические методы: анализ информации из научной литературы и интернета, наблюдение, эксперимент, сравнение результатов эксперимента. Для определения температуры хрупкости мы использовали метод Фрааса [5], а для выявления температуры размягчения – метод «Кольцо и шар» [4].

Теоретическая часть. Битумы – органические вяжущие вещества, которые представляют собой смесь из разнообразных по химическому строению жидких и твёрдых углеродов с небольшим количеством примесей. Химический состав битумов очень сложен, перечень найденных в битуме соединений составляет более 300 наименований. Битумы получают в результате переработки тяжелых нефтяных остатков – гудронов, мазутов, асфальтов. Повсеместно применяемые органические вяжущие (дорожные битумы по ГОСТ 22245–90) не отвечают современным требованиям дорожного строительства в России, так как недостаточно трещиностойки в условиях России, имеют недостаточный температурный интервал работоспособности, не эластичны.

Для улучшения свойств дорожных битумов принято использовать специально изготавливаемые искусственные материалы. Одной из эффективных и малозатратных технологий регулирования свойств битумов является модификация их серой. Сера характеризуется низкой вязкостью в интервале температур 120–150 °С, нетоксичностью в твердом состоянии. При высоких температурах сера взаимодействует со многими неорганическими и органическими веществами, например с олефинами.

Практическая часть. Для того чтобы реакция протекала быстрее и при не очень высоких температурах, мы использовали Тиурам Д (тетраметилтиурамдисульфид).



Мы взяли три различных соотношения серы : Тиурама $D = 3,0 : 0,5 ; 1,0 : 2,5 ; 0,5 : 3,0$ и один образец контрольный.

Нагреваем емкости с битумом до 140 °С (рис. 1). Смешиваем Тиурам Д и серу в нужных пропорциях (рис. 2). Добавляем смесь (рис. 3) к предварительно нагретому битуму до полного растворения и оставляем пробы на 24 часа (рис. 4). По ГОСТу композиция за это время должна остыть и стабилизироваться.



Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4

Определяем свойства битумов:

- 1) температура размягчения. Метод «Кольцо и шар» (рис. 5);
2) температура хрупкости. Метод Фрааса (рис. 6);
3) глубина проникания иглы. Метод «Пенетрация» (рис. 7).

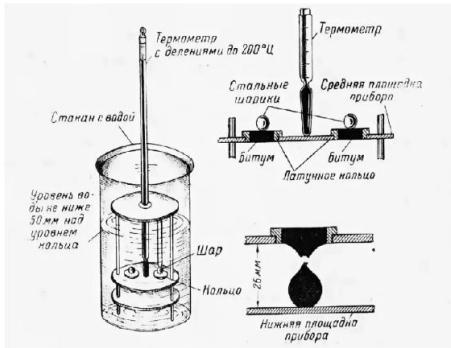


Рис. 5

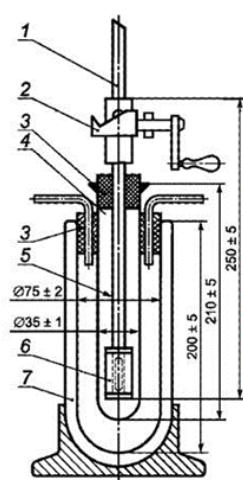


Рис. 6



Рис. 7

Таблица
Результаты экспериментов

| Показатель | Содержание модификаторов в битуме БНД 90/130, % масс. | | | БНД 90/130 |
|---|---|-----------|-----------|------------|
| | Сера : тетраметилтиурамдисульфид 3,0 : 0,5 | 1,0 : 2,5 | 0,5 : 3,0 | |
| Глубина проникания иглы при 25 °C, 0,1 мм | 114 | 108 | 102 | 105 |
| Температура размягчения, °C | 43 | 41 | 42 | 38 |
| Температура хрупкости, °C | -25 | -22 | -20 | -15 |

Анализируя полученные данные, можно сделать следующий вывод: в качестве модификатора битума лучше использовать соотношение сера : Тиурам Д 3,0 : 0,5, так как образцы, полученные с применением такой смеси, имеют наиболее высокий показатель температуры размягчения, а также самую низкую температуру хрупкости.

Практическая значимость проделанной работы заключается в том, что была доказана возможность использования технической серы в качестве модификаторов битума.

Список литературы

1. ГОСТ 32054–2013 Битумы нефтяные. Определение температуры размягчения по кольцу и шару.
2. ГОСТ 11507–78 Битумы нефтяные. Метод определения температуры хрупкости по Фраасу.
3. ГОСТ 5346–78 Смазки пластичные. Методы определения пенетрации пенетрометром с конусом.

ВЛИЯНИЕ рН ВОДНОЙ ФАЗЫ ВОДОНЕФТЯНОЙ ЭМУЛЬСИИ НА ПОКАЗАТЕЛЬ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ

С.Д. Мельчаков¹, А.В. Юсупова¹, В.Э. Волынкина¹, Е.И. Лесик²

¹МОУ «Лицей № 1», г. Ачинск

²Сибирский федеральный университет

Ученые находятся в постоянном поиске более выгодных способов очистки нефти от воды, изучается влияние химических реагентов, применяемых при добыче нефти, на устойчивость водонефтяных эмульсий [2]. Ведется разработка способов разрушения водных эмульсий высоковязких нефтей [3] и др.

Гипотеза: повышение или понижение рН водной фазы водонефтяной эмульсии отрицательно влияет на показатель поверхностного натяжения.

Цель: определить влияние рН водной фазы водонефтяной эмульсии на показатель поверхностного натяжения.

Задачи:

- 1) изучить литературу по теме исследования;
- 2) экспериментально определить значение поверхностного натяжения на границе гептан-вода и нефть-вода;
- 3) построить графики по результатам эксперимента;
- 4) обобщить полученную информацию и сделать выводы.

Изучив литературные источники, мы познакомились с механизмом образования и разрушения эмульсий.

При смешивании нефти с водой возможно образование эмульсий двух типов: нефть в воде (Н/В) и вода в нефти (В/Н). Мы будем рассматривать эмульсии второго типа.

Образование эмульсий связано с поверхностными явлениями. Молекула стремится уменьшить свою площадь, за счет чего она приобретает форму шара. Шар имеет минимальную площадь соприкосновения для данного объема.

Поверхностное натяжение – это отношение работы, которая концентрируется на поверхности раздела фаз в виде свободной поверхностной энергии, к увеличению площади поверхности дисперсной фазы. Поверхностное натяжение нефти и нефтепродуктов колеблется в пределах 0,02–0,05 н/м. Опыты показывают, что добавление поверхностно-активных веществ к чистой нефти понижает поверхностное натяжение на границе с водой.

В экспериментальной части работы нами определено значение поверхностного натяжения гептан-вода и нефть-вода при разных значениях рН.

Метод определения поверхностного натяжения на границе гептан-вода и нефть-вода основан на зависимости поверхностного натяжения от массы и объема капли, отрывающейся с конца капиллярной трубки [1]. Перед началом работы определили объем жидкости, приходящейся на одно деление шприца.

В шприц засасываем гептан, прикрепляя к нему капилляр. Медленно вращая и нажимая на шприц, формируем каплю за 5–10 секунд, после этого капля должна оторваться не ранее чем через 120 секунд. Фиксируя число делений шприца, соответствующее образованию капли, и зная объем жидкости, приходящейся на одно деление головки микрометра, рассчитываем средний объем капли.

Значение поверхностного натяжения определяли по следующей формуле

$$\sigma = \frac{\sigma_0 V}{V_0} = \sigma_0 \frac{\Delta V}{\Delta V_0}, \quad (1)$$

где ΔV и V_0 – объем капли исследуемой и эталонной жидкостей.

В качестве эталонной жидкости выбран гептан. Поверхностное натяжение на границе раздела фаз гептан-вода составляет 51 мН/м.

Результаты измерения поверхностного натяжения на границе раздела фаз гептан-вода, нефть-вода при разных значениях pH водной фазы представлены на рисунке.

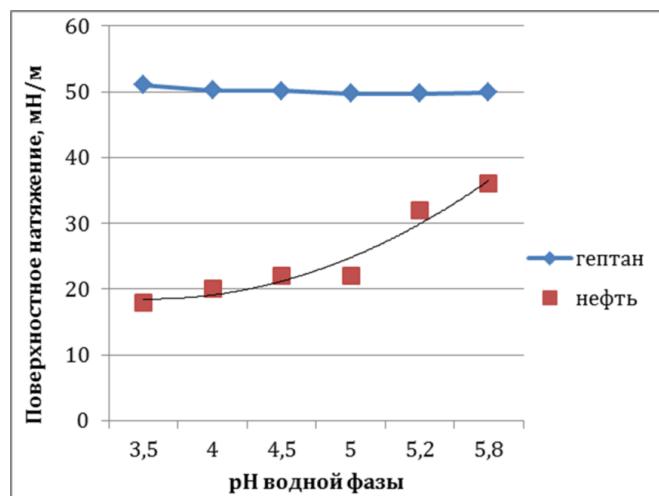


Рис. График зависимости поверхностного натяжения от pH водной фазы

Отмечено, что изменение pH водного раствора незначительно влияет на поверхностное натяжение гептан-вода. Рост показателя поверхностного натяжения обусловлен тем, что ацетатный буфер, состоящий из соли и кислоты, является поверхностно-инактивным веществом. При введении инактивных веществ в воду увеличивается поверхностное натяжение водного раствора.

Установлено, что при снижении pH водной фазы на границе раздела фаз нефть-вода формируется адсорбционный слой, характеризующийся повышенными поверхностно-активными свойствами, снижающими межфазное натяжение и способствующий получению устойчивых водонефтяных эмульсий.

Новизна работы заключается в измерении поверхностного натяжения на границе нефть-вода при различных значениях pH водной фазы. Результаты исследования можно использовать для поиска более эффективных деэмульгаторов, которые приводят к разрушению водных эмульсий высоковязких нефтей методом повышения или понижения pH среды.

Список литературы

- Грачёв А. В., Погожев В. А., Салецкий А. М. и [др.] Физика: 10 класс: базовый и углублённый уровни : учебник для учащихся общеобразовательных организаций. 2-е изд., доп. и испр. М. : Вентана-Граф, 2015. 464 с.
- Губайдулин Ф. Р., Исмагилов И. Х., Космачева Т. Ф., Мухаметгалиев Р. Р., Сахатбудинов Р. З., Татьянина О. С. Влияние химических реагентов, применяемых при добыче нефти, на устойчивость водонефтяных эмульсий // Нефтяное хозяйство. 2003.
- Разработка способов разрушения водных эмульсий высоковязких нефтей [Электронный ресурс]. URL: <https://mgutunn.ru/work/1025065/Razrabotka-sposobov-razrusheniya-vodnyx>.

АНАЛИЗ РЫНКА ПАКЕРНЫХ СИСТЕМ

A.P. Ахметзянова, Р.А. Ваганов

Сибирский федеральный университет

Объемы бурения нефтедобывающими компаниями в ближайшей перспективе будут как минимум сохраняться на прежнем уровне, следовательно, решение проблем, связанных с негерметичностью эксплуатационных колонн нефтяных и газовых скважин, является весьма актуальной задачей. Пакеры различных конструкций – одно из наиболее распространенных технических решений при проведении ремонтно-изоляционных работ (РИР) скважин. В Институте нефти и газа СФУ, совместно с индустриальным партнером – ООО «СтройСпецКомплект Групп», выполняется разработка пакерной системы (ПС) новой усовершенствованной конструкции.

Основными конкурентными продуктами импортного производства являются пакерные системы с герметичным кабельным вводом и двухпакерные компоновки (стоимость импортных систем около 1,5 млн руб. за ед.). Но данная продукция не является идентичной разрабатываемой автономной пакерной системе, так как существенно ограничивает потенциал скважин и является аварийно опасной, поэтому потребители используют ее только в крайних случаях. Производителями данных систем являются крупнейшие мировые компании Везерфорд, Шлюмберже, Халлибуртон. По сути, при выводе автономной пакерной системы на мировой рынок вышеизложенные компании будут являться конкурентами.

Для понимания конкурентных преимуществ разрабатываемой автономной пакерной системы перед аналогами от компаний Везерфорд, Шлюмберже, Халлибуртон было проведено сравнение технических характеристик. Установлено, что продолжительность текущих РИР с использованием разрабатываемой ПС в среднем в 2,5 раза меньше, при планируемой стоимости при реализации в 3 раза меньше. За счет сокращения продолжительности РИР ожидается существенный прирост по дебиту нефти и снижение операционных затрат более чем на 1,5 млн.

Основными рисками при выходе пакерной системы на рынок являются: возможное несовпадение планируемых технико-экономических показателей ПС с реальными по завершению НИОКР; высокая стоимость входа на рынок нефте-, газодобывающей промышленности; высокие репутационные требования; высокая стоимость продвижения продукта; возможное падение платежеспособного спроса клиентов.

Основные преимущества ПС перед конкурентами следующие: цена продажи установок ниже цен конкурентов; импортозамещение нефтегазового оборудования; не ограничивает потенциал скважин; не является аварийно опасной.

На основе проведенного сравнительного анализа цен автономных пакерных систем с конкурентами сделан вывод о формировании конкурентной цены разрабатываемой системы на уровне как отечественного, так и зарубежного рынков. Автономные пакерные системы будут обладать лучшим по отношению к конкурентам соотношением «цена-качество».

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы», мероприятие 1.3 Уникальный идентификатор работ (проекта) RFMEFI57817X0236.

Секция 3

Социальные проекты, история и география развития нефтегазового комплекса

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ «МУЗЕЯ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ»

П.Л. Нагорнова¹, С.О. Соболева¹, С.И. Сериков²

¹МКОУ «СШ г. Игарки им. В.П. Астафьева», г. Игарка

²Игарская геокриологическая лаборатория

Института мерзлотоведения СО РАН, г. Якутск

Введение

Прежде чем начать речь об объекте исследования, хотелось бы вкратце познакомить с некоторыми понятиями и терминами предмета исследования.

Геотермия – это раздел геофизики, изучающий тепловое состояние, распределение температуры, её источники в недрах Земли.

Геокриология – раздел геологии и криологии, изучающий криолитозону (мёрзлую зону литосферы).

Музей вечной мерзлоты – краеведческий комплекс, основанный 19 марта 1965 года в Игарке (Красноярский край, Россия) на базе мерзлотной лаборатории. Единственный в мире музей, обладающий уникальным подземельем в толще вечно-мёрзлого грунта.

Эти три определения, взятые из известного информационного источника Wikipedia, явились предметом нашей научно-исследовательской работы. Дело в том, что основная (подземная) часть Музея вечной мерзлоты должна постоянно находиться в мёрзлом состоянии, то есть горные породы должны иметь отрицательную температуру. Это способствует прочности несущей способности грунтов и безопасности эксплуатации всей подземной части музея.

Для изучения температурного режима грунтов, окаймляющих выработки подземного музея, сотрудниками Игарской НИМС в 1994 году были пробурены семь горизонтальных скважин (шпуров) длиной по 2 метра в разных камерах и коридоре. Один раз в месяц с помощью термогирлянд в этих шпурах производились измерения температуры. Полученные данные наглядно демонстрировали условия теплообмена между стенками различных выработок и воздухом, циркулирующим в подземных камерах. Однако одноразовые замеры в месяц не давали точного представления о формировании температурного поля. В 2010 году шпуры были оборудованы автоматизированной системой регистрации температурных данных, которая позволяла получать значения температуры через каждые 4 часа в течение года. В связи с этим значительно увеличилась точность получаемых данных, но возникла трудоёмкость обработки огромного массива первичных значений, за год в одном шпуре установка считывала 11 862 показаний, а всего по всем логгерам 142 350 замеров (рис. 1).

Поэтому было принято решение использовать пентадный метод обработки данных. Вместо того, чтобы обрабатывать весь массив данных, мы брали показания за каждые пять дней, в общем получилось 28 464, или 2 372 измерения в одном шпуре. Таким образом, используя данный статистико-математический метод, мы получили информацию, которая отображает изменение температур за полный годичный цикл, при этом она практически не отличается от информации, получаемой методом обработки полного массива данных (таблица).

| Время | Логгер | Параметр | Значение |
|---------------------|--------|----------|---|
| 2017-12-31 22:00:00 | Y1-1 | -3.93 | T1-2 -3.73 T1-3 -3.45 T1-4 -3.10 T1-5 -2.78 T1-6 -2.43 T1-7 -2.09 T1-8 -1.75 T1-9 -1.41 T1-10 -1.06 T1-11 -0.71 T1-12 -0.36 T1-13 -0.01 T1-14 0.35 T1-15 0.69 T1-16 0.94 T1-17 1.19 T1-18 1.42 T1-19 1.65 T1-20 1.88 T1-21 2.11 T1-22 2.34 T1-23 2.57 T1-24 2.80 T1-25 3.03 T1-26 3.26 T1-27 3.49 T1-28 3.72 T1-29 3.95 T1-30 4.18 T1-31 4.41 T1-32 4.64 T1-33 4.87 T1-34 5.10 T1-35 5.33 T1-36 5.56 T1-37 5.79 T1-38 6.02 T1-39 6.25 T1-40 6.48 T1-41 6.71 T1-42 6.94 T1-43 7.17 T1-44 7.40 T1-45 7.63 T1-46 7.86 T1-47 8.09 T1-48 8.32 T1-49 8.55 T1-50 8.78 T1-51 9.01 T1-52 9.24 T1-53 9.47 T1-54 9.70 T1-55 9.93 T1-56 10.16 T1-57 10.39 T1-58 10.62 T1-59 10.85 T1-60 11.08 T1-61 11.31 T1-62 11.54 T1-63 11.77 T1-64 12.00 T1-65 12.23 T1-66 12.46 T1-67 12.69 T1-68 12.92 T1-69 13.15 T1-70 13.38 T1-71 13.61 T1-72 13.84 T1-73 14.07 T1-74 14.30 T1-75 14.53 T1-76 14.76 T1-77 15.00 T1-78 15.23 T1-79 15.46 T1-80 15.69 T1-81 15.92 T1-82 16.15 T1-83 16.38 T1-84 16.61 T1-85 16.84 T1-86 17.07 T1-87 17.30 T1-88 17.53 T1-89 17.76 T1-90 17.99 T1-91 18.22 T1-92 18.45 T1-93 18.68 T1-94 18.91 T1-95 19.14 T1-96 19.37 T1-97 19.60 T1-98 19.83 T1-99 20.06 T1-100 20.29 T1-101 20.52 T1-102 20.75 T1-103 20.98 T1-104 21.21 T1-105 21.44 T1-106 21.67 T1-107 21.90 T1-108 22.13 T1-109 22.36 T1-110 22.59 T1-111 22.82 T1-112 23.05 T1-113 23.28 T1-114 23.51 T1-115 23.74 T1-116 23.97 T1-117 24.20 T1-118 24.43 T1-119 24.66 T1-120 24.89 T1-121 25.12 T1-122 25.35 T1-123 25.58 T1-124 25.81 T1-125 26.04 T1-126 26.27 T1-127 26.50 T1-128 26.73 T1-129 26.96 T1-130 27.19 T1-131 27.42 T1-132 27.65 T1-133 27.88 T1-134 28.11 T1-135 28.34 T1-136 28.57 T1-137 28.80 T1-138 29.03 T1-139 29.26 T1-140 29.49 T1-141 29.72 T1-142 29.95 T1-143 30.18 T1-144 30.41 T1-145 30.64 T1-146 30.87 T1-147 31.10 T1-148 31.33 T1-149 31.56 T1-150 31.79 T1-151 32.02 T1-152 32.25 T1-153 32.48 T1-154 32.71 T1-155 32.94 T1-156 33.17 T1-157 33.40 T1-158 33.63 T1-159 33.86 T1-160 34.09 T1-161 34.32 T1-162 34.55 T1-163 34.78 T1-164 35.01 T1-165 35.24 T1-166 35.47 T1-167 35.70 T1-168 35.93 T1-169 36.16 T1-170 36.39 T1-171 36.62 T1-172 36.85 T1-173 37.08 T1-174 37.31 T1-175 37.54 T1-176 37.77 T1-177 37.99 T1-178 38.22 T1-179 38.45 T1-180 38.68 T1-181 38.91 T1-182 39.14 T1-183 39.37 T1-184 39.60 T1-185 39.83 T1-186 40.06 T1-187 40.29 T1-188 40.52 T1-189 40.75 T1-190 40.98 T1-191 41.21 T1-192 41.44 T1-193 41.67 T1-194 41.90 T1-195 42.13 T1-196 42.36 T1-197 42.59 T1-198 42.82 T1-199 43.05 T1-200 43.28 T1-201 43.51 T1-202 43.74 T1-203 43.97 T1-204 44.20 T1-205 44.43 T1-206 44.66 T1-207 44.89 T1-208 45.12 T1-209 45.35 T1-210 45.58 T1-211 45.81 T1-212 46.04 T1-213 46.27 T1-214 46.50 T1-215 46.73 T1-216 46.96 T1-217 47.19 T1-218 47.42 T1-219 47.65 T1-220 47.88 T1-221 48.11 T1-222 48.34 T1-223 48.57 T1-224 48.80 T1-225 49.03 T1-226 49.26 T1-227 49.49 T1-228 49.72 T1-229 49.95 T1-230 50.18 T1-231 50.41 T1-232 50.64 T1-233 50.87 T1-234 51.10 T1-235 51.33 T1-236 51.56 T1-237 51.79 T1-238 52.02 T1-239 52.25 T1-240 52.48 T1-241 52.71 T1-242 52.94 T1-243 53.17 T1-244 53.40 T1-245 53.63 T1-246 53.86 T1-247 54.09 T1-248 54.32 T1-249 54.55 T1-250 54.78 T1-251 55.01 T1-252 55.24 T1-253 55.47 T1-254 55.70 T1-255 55.93 T1-256 56.16 T1-257 56.39 T1-258 56.62 T1-259 56.85 T1-260 57.08 T1-261 57.31 T1-262 57.54 T1-263 57.77 T1-264 57.99 T1-265 58.22 T1-266 58.45 T1-267 58.68 T1-268 58.91 T1-269 59.14 T1-270 59.37 T1-271 59.60 T1-272 59.83 T1-273 60.06 T1-274 60.29 T1-275 60.52 T1-276 60.75 T1-277 60.98 T1-278 61.21 T1-279 61.44 T1-280 61.67 T1-281 61.90 T1-282 62.13 T1-283 62.36 T1-284 62.59 T1-285 62.82 T1-286 63.05 T1-287 63.28 T1-288 63.51 T1-289 63.74 T1-290 63.97 T1-291 64.20 T1-292 64.43 T1-293 64.66 T1-294 64.89 T1-295 65.12 T1-296 65.35 T1-297 65.58 T1-298 65.81 T1-299 66.04 T1-300 66.27 T1-301 66.50 T1-302 66.73 T1-303 66.96 T1-304 67.19 T1-305 67.42 T1-306 67.65 T1-307 67.88 T1-308 68.11 T1-309 68.34 T1-310 68.57 T1-311 68.80 T1-312 69.03 T1-313 69.26 T1-314 69.49 T1-315 69.72 T1-316 69.95 T1-317 70.18 T1-318 70.41 T1-319 70.64 T1-320 70.87 T1-321 71.10 T1-322 71.33 T1-323 71.56 T1-324 71.79 T1-325 72.02 T1-326 72.25 T1-327 72.48 T1-328 72.71 T1-329 72.94 T1-330 73.17 T1-331 73.40 T1-332 73.63 T1-333 73.86 T1-334 74.09 T1-335 74.32 T1-336 74.55 T1-337 74.78 T1-338 75.01 T1-339 75.24 T1-340 75.47 T1-341 75.70 T1-342 75.93 T1-343 76.16 T1-344 76.39 T1-345 76.62 T1-346 76.85 T1-347 77.08 T1-348 77.31 T1-349 77.54 T1-350 77.77 T1-351 77.99 T1-352 78.22 T1-353 78.45 T1-354 78.68 T1-355 78.91 T1-356 79.14 T1-357 79.37 T1-358 79.60 T1-359 79.83 T1-360 80.06 T1-361 80.29 T1-362 80.52 T1-363 80.75 T1-364 80.98 T1-365 81.21 T1-366 81.44 T1-367 81.67 T1-368 81.90 T1-369 82.13 T1-370 82.36 T1-371 82.59 T1-372 82.82 T1-373 83.05 T1-374 83.28 T1-375 83.51 T1-376 83.74 T1-377 83.97 T1-378 84.20 T1-379 84.43 T1-380 84.66 T1-381 84.89 T1-382 85.12 T1-383 85.35 T1-384 85.58 T1-385 85.81 T1-386 86.04 T1-387 86.27 T1-388 86.50 T1-389 86.73 T1-390 86.96 T1-391 87.19 T1-392 87.42 T1-393 87.65 T1-394 87.88 T1-395 88.11 T1-396 88.34 T1-397 88.57 T1-398 88.80 T1-399 89.03 T1-400 89.26 T1-401 89.49 T1-402 89.72 T1-403 89.95 T1-404 90.18 T1-405 90.41 T1-406 90.64 T1-407 90.87 T1-408 91.10 T1-409 91.33 T1-410 91.56 T1-411 91.79 T1-412 92.02 T1-413 92.25 T1-414 92.48 T1-415 92.71 T1-416 92.94 T1-417 93.17 T1-418 93.40 T1-419 93.63 T1-420 93.86 T1-421 94.09 T1-422 94.32 T1-423 94.55 T1-424 94.78 T1-425 95.01 T1-426 95.24 T1-427 95.47 T1-428 95.70 T1-429 95.93 T1-430 96.16 T1-431 96.39 T1-432 96.62 T1-433 96.85 T1-434 97.08 T1-435 97.31 T1-436 97.54 T1-437 97.77 T1-438 97.99 T1-439 98.22 T1-440 98.45 T1-441 98.68 T1-442 98.91 T1-443 99.14 T1-444 99.37 T1-445 99.60 T1-446 99.83 T1-447 100.06 T1-448 100.29 T1-449 100.52 T1-450 100.75 T1-451 100.98 T1-452 101.21 T1-453 101.44 T1-454 101.67 T1-455 101.90 T1-456 102.13 T1-457 102.36 T1-458 102.59 T1-459 102.82 T1-460 103.05 T1-461 103.28 T1-462 103.51 T1-463 103.74 T1-464 103.97 T1-465 104.20 T1-466 104.43 T1-467 104.66 T1-468 104.89 T1-469 105.12 T1-470 105.35 T1-471 105.58 T1-472 105.81 T1-473 106.04 T1-474 106.27 T1-475 106.50 T1-476 106.73 T1-477 106.96 T1-478 107.19 T1-479 107.42 T1-480 107.65 T1-481 107.88 T1-482 108.11 T1-483 108.34 T1-484 108.57 T1-485 108.80 T1-486 109.03 T1-487 109.26 T1-488 109.49 T1-489 109.72 T1-490 109.95 T1-491 110.18 T1-492 110.41 T1-493 110.64 T1-494 110.87 T1-495 111.10 T1-496 111.33 T1-497 111.56 T1-498 111.79 T1-499 112.02 T1-500 112.25 T1-501 112.48 T1-502 112.71 T1-503 112.94 T1-504 113.17 T1-505 113.40 T1-506 113.63 T1-507 113.86 T1-508 114.09 T1-509 114.32 T1-510 114.55 T1-511 114.78 T1-512 115.01 T1-513 115.24 T1-514 115.47 T1-515 115.70 T1-516 115.93 T1-517 116.16 T1-518 116.39 T1-519 116.62 T1-520 116.85 T1-521 117.08 T1-522 117.31 T1-523 117.54 T1-524 117.77 T1-525 117.99 T1-526 118.22 T1-527 118.45 T1-528 118.68 T1-529 118.91 T1-530 119.14 T1-531 119.37 T1-532 119.60 T1-533 119.83 T1-534 120.06 T1-535 120.29 T1-536 120.52 T1-537 120.75 T1-538 120.98 T1-539 121.21 T1-540 121.44 T1-541 121.67 T1-542 121.90 T1-543 122.13 T1-544 122.36 T1-545 122.59 T1-546 122.82 T1-547 123.05 T1-548 123.28 T1-549 123.51 T1-550 123.74 T1-551 123.97 T1-552 124.20 T1-553 124.43 T1-554 124.66 T1-555 124.89 T1-556 125.12 T1-557 125.35 T1-558 125.58 T1-559 125.81 T1-560 126.04 T1-561 126.27 T1-562 126.50 T1-563 126.73 T1-564 126.96 T1-565 127.19 T1-566 127.42 T1-567 127.65 T1-568 127.88 T1-569 128.11 T1-570 128.34 T1-571 128.57 T1-572 128.80 T1-573 129.03 T1-574 129.26 T1-575 129.49 T1-576 129.72 T1-577 129.95 T1-578 130.18 T1-579 130.41 T1-580 130.64 T1-581 130.87 T1-582 131.10 T1-583 131.33 T1-584 131.56 T1-585 131.79 T1-586 132.02 T1-587 132.25 T1-588 132.48 T1-589 132.71 T1-590 132.94 T1-591 133.17 T1-592 133.40 T1-593 133.63 T1-594 133.86 T1-595 134.09 T1-596 134.32 T1-597 134.55 T1-598 134.78 T1-599 135.01 T1-600 135.24 T1-601 135.47 T1-602 135.70 T1-603 135.93 T1-604 136.16 T1-605 136.39 T1-606 136.62 T1-607 136.85 T1-608 137.08 T1-609 137.31 T1-610 137.54 T1-611 137.77 T1-612 137.99 T1-613 138.22 T1-614 138.45 T1-615 138.68 T1-616 138.91 T1-617 139.14 T1-618 139.37 T1-619 139.60 T1-620 139.83 T1-621 139.95 T1-622 139.96 T1-623 139.97 T1-624 139.98 T1-625 139.99 T1-626 139.99 T1-627 139.99 T1-628 139.99 T1-629 139.99 T1-630 139.99 T1-631 139.99 T1-632 139.99 T1-633 139.99 T1-634 139.99 T1-635 139.99 T1-636 139.99 T1-637 139.99 T1-638 139.99 T1-639 139.99 T1-640 139.99 T1-641 139.99 T1-642 139.99 T1-643 139.99 T1-644 139.99 T1-645 139.99 T1-646 139.99 T1-647 139.99 T1-648 139.99 T1-649 139.99 T1-650 139.99 T1-651 139.99 T1-652 139.99 T1-653 139.99 T1-654 139.99 T1-655 139.99 T1-656 139.99 T1-657 139.99 T1-658 139.99 T1-659 139.99 T1-660 139.99 T1-661 139.99 T1-662 139.99 T1-663 139.99 T1-664 139.99 T1-665 139.99 T1-666 139.99 T1-667 139.99 T1-668 139.99 T1-669 139.99 T1-670 139.99 T1-671 139.99 T1-672 139.99 T1-673 139.99 T1-674 139.99 T1-675 139.99 T1-676 139.99 T1-677 139.99 T1-678 139.99 T1-679 139.99 T1-680 139.99 T1-681 139.99 T1-682 139.99 T1-683 139.99 T1-684 139.99 T1-685 139.99 T1-686 139.99 T1-687 139.99 T1-688 139.99 T1-689 139.99 T1-690 139.99 T1-691 139.99 T1-692 139.99 T1-693 139.99 T1-694 139.99 T1-695 139.99 T1-696 139.99 T1-697 139.99 T1-698 139.99 T1-699 139.99 T1-700 139.99 T1-701 139.99 T1-702 139.99 T1-703 139.99 T1-704 139.99 T1-705 139.99 T1-706 139.99 T1-707 139.99 T1-708 139.99 T1-709 139.99 T1-710 139.99 T1-711 139.99 T1-712 139.99 T1-713 139.99 T1-714 139.99 T1-715 139.99 T1-716 139.99 T1-717 139.99 T1-718 139.99 T1-719 139.99 T1-720 139.99 T1-721 139.99 T1-722 139.99 T1-723 139.99 T1-724 139.99 T1-725 139.99 T1-726 139.99 T1-727 139.99 T1-728 139.99 T1-729 139.99 T1-730 139.99 T1-731 139.99 T1-732 139.99 T1-733 139.99 T1-734 139.99 T1-735 139.99 T1-736 139.99 T1-737 139.99 T1-738 139.99 T1-739 139.99 T1-740 139.99 T1-741 139.99 T1-742 139.99 T1-743 139.99 T1-744 139.99 T1-745 139.99 T1-746 139.99 T1-747 139.99 T1-748 139.99 T1-749 139.99 T1-750 139.99 T1-751 139.99 T1-752 139.99 T1-753 139.99 T1-754 139.99 T1-755 139.99 T1-756 139.99 T1-757 139.99 T1-758 139.99 T1-759 139.99 T1-760 139.99 T1-761 139.99 T1-762 139.99 T1-763 139.99 T1-764 139.99 T1-765 139.99 T1-766 139.99 T1-767 139.99 T1-768 139.99 T1-769 139.99 T1-770 139.99 T1-771 139.99 T1-772 139.99 T1-773 139.99 T1-774 139.99 T1-775 139.99 T1-776 139.99 T1-777 139.99 T1-778 139.99 T1-779 139.99 T1-780 139.99 T1-781 139.99 T1-782 139.99 T1-783 139.99 T1-784 139.99 T1-785 139.99 T1-786 139.99 T1-787 139.99 T1-788 139.99 T1-789 139.99 T1-790 139.99 T1-791 139.99 T1-792 139.99 T1-793 139.99 T1-794 139.99 T1-795 139.99 T1-796 139.99 T1-797 139.99 T1-798 139.99 T1-799 139.99 T1-800 139.99 T1-801 139.99 T1-802 139.99 T1-803 139.99 T1-804 139.99 T1-805 139.99 T1-806 139.99 T1-807 139.99 T1-808 139.99 T1-809 139.99 T1-810 139.99 T1-811 139.99 T1-812 139.99 T1-813 139.99 T1-814 139.99 T1-815 139.99 T1-816 139.99 T1-817 139.99 T1-818 139.99 T1-819 139.99 T1-820 139.99 T1-821 139.99 T1-822 139.99 T1-823 139.99 T1-824 139.99 T1-825 139.99 T1-826 139.99 T1-827 139.99 T1-828 139.99 T1-829 139.99 T1-830 139.99 T1-831 139.99 T1-832 139.99 T1-833 139.99 T1-834 139.99 T1-835 139.99 T1-836 139.99 T1-837 139.99 T1-838 139.99 T1-839 139.99 T1-840 139.99 T1-841 139.99 T1-842 139.99 T1-843 139.99 T1-844 139.99 T1-845 139.99 T1-846 139.99 T1-847 139.99 T1-848 139.99 T1-849 139.99 T1-850 139.99 T1-851 139.99 T1-852 139.99 T1-853 139.99 T1-854 139.99 T1-855 139.99 T1-856 139.99 T1-857 139.99 T1-858 139.99 T1-859 139.99 T1-860 139.99 T1-861 139.99 T1-862 139.99 T1-863 139.99 T1-864 139.99 T1-865 139.99 T1-866 139.99 T1-867 139.99 T1-868 139.99 T1-869 139.99 T1-870 139.99 T1-871 139.99 T1-872 139.99 T1-873 139.99 T1-874 139.99 T1-875 139.99 T1-876 139.99 T1-877 139.99 T1-878 139.99 T1-879 139.99 T1-880 139.99 T1-881 139.99 T1-882 139.9 |

лых породах и дальнейшей безопасной для посетителей и сотрудников музея, эксплуатации Музея вечной мерзлоты.

Актуальность. Данная работа позволяет выявить участки с аномальным положением температурных полей на глубине, что, в свою очередь, может дать возможность контроля над другими объектами, находящимися в криолитозоне.

Проблема. Подземная часть МВМ находится в толще многолетнемёрзлых пород на глубине от 4,5 до 14,0 метров. Основная галерея расположена на глубине 7,5 метров. Температурный режим в годовом цикле 2018 года по всей подземной части музея, распределяется от $-1,8$ до $-6,9$ $^{\circ}\text{C}$. При возможном повышении температуры на $1,5$ – $1,8$ $^{\circ}\text{C}$ теряется несущая способность грунтов и условия эксплуатации подземелья становятся опасными в той части, где значения температуры грунтов не ниже $-1,8$ $^{\circ}\text{C}$.

Важно проследить, в какую сторону меняется среднегодовая температура относительно предыдущего года наблюдений: в сторону повышения или в сторону понижения.

Основная часть

Диаграмма годичного хода температур показывает, что интенсивность распределения в летние и зимние периоды года различна. Так, летние температуры характеризуются стабильным состоянием и укладываются в диапазон от -2 до -4 $^{\circ}\text{C}$ (май – сентябрь), а у зимних температур диапазон распределения более широкий от -2 до -12 $^{\circ}\text{C}$ (октябрь – апрель). Это связано с тем, что в зимний период западный и восточный вентиляционные стволы находятся в открытом состоянии для процесса промораживания мерзлой толщи, что и вызывает наиболее интенсивное распределение температуры (рис. 2).

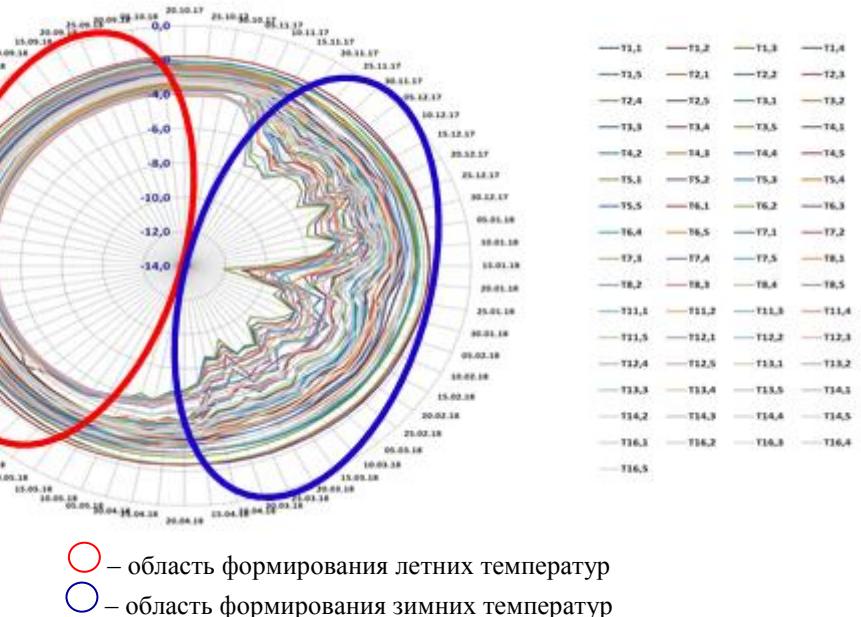


Рис. 2. Диаграмма годичного хода температур в подземной части МВМ
в период с 01.10.2017 по 30.09.2018

После того как мы провели пентадный (фактические данные 1/5 дней) отбор данных, мы вывели средние значения температуры за период 2018 года на разных глубинах всех термокос и сравнили со средними значениями температуры за 2017 год (рис. 3). Затем мы высчитали разницу между средними значениями температуры за 2017 и 2018 годы (рис. 3). По данным термокос 4, 5, 6, 7 и 8 сохраняется стабильная температура в течение двух лет, это видно из незначительной разницы в изменении

температуры в течение указанного периода, в остальных термокосах происходит увеличение температур.

| Года | Средние значения температуры за период с 2017г по 2018г, °C | | | | | | | | | | |
|-------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2017 | | 2018 | | 2017 | | 2018 | | 2017 | | |
| | 0,2м | | 0,4м | | 0,6м | | 1,0м | | 2,0м | | |
| Положение датчика | TK-1 | -4,7 | -4,0 | -4,6 | -3,9 | -4,4 | -3,7 | -4,2 | -3,5 | -3,7 | -3,1 |
| | TK-2 | -4,0 | -3,6 | -3,7 | -3,3 | -3,6 | -3,2 | -3,2 | -2,7 | -2,6 | -2,2 |
| | TK-3 | -4,6 | -4,5 | -4,3 | -4,1 | -4,1 | -3,9 | -3,7 | -3,4 | -2,8 | -2,6 |
| | TK-4 | -3,9 | -3,9 | -3,6 | -3,5 | -3,4 | -3,5 | -3,0 | -2,9 | -2,1 | -2,1 |
| | TK-5 | -6,0 | -6,0 | -5,8 | -5,8 | -5,8 | -5,8 | -5,4 | -5,4 | -5,0 | -4,8 |
| | TK-6 | -5,0 | -5,1 | -4,5 | -4,7 | -4,3 | -4,4 | -3,7 | -3,7 | -2,9 | -2,9 |
| | TK-7 | -4,4 | -4,7 | -4,1 | -4,3 | -3,8 | -3,9 | -3,5 | -3,5 | -2,5 | -2,6 |
| | TK-8 | -5,9 | -5,8 | -5,8 | -5,7 | -5,5 | -5,5 | -5,4 | -5,3 | -5,2 | -5,1 |
| | TK-11 | -4,1 | -3,6 | -3,7 | -3,3 | -3,5 | -3,1 | -3,1 | -2,8 | -2,5 | -2,3 |
| | TK-12 | -6,3 | -5,8 | -6,3 | -5,8 | -6,2 | -5,7 | -6,2 | -5,5 | -5,9 | -5,3 |
| | TK-13 | -4,8 | -4,4 | -4,6 | -4,2 | -4,4 | -4,0 | -4,1 | -3,6 | -3,3 | -3,0 |
| | TK-14 | -5,5 | -4,9 | -5,4 | -4,8 | -5,3 | -4,7 | -5,1 | -4,5 | -4,6 | -4,1 |
| | TK-16 | -5,0 | -4,2 | -4,8 | -4,1 | -4,6 | -3,9 | -4,4 | -3,7 | -3,9 | -3,4 |

| Разница между средними значениями температуры (°C) за период наблюдения с 2017г по 2018г | | | | | |
|--|------|------|------|-----|------|
| TK-1 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,6 |
| TK-2 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,4 |
| TK-3 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,2 |
| TK-4 | 0,0 | 0,1 | -0,1 | 0,1 | 0,0 |
| TK-5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 |
| TK-6 | -0,1 | -0,2 | -0,1 | 0,0 | 0,0 |
| TK-7 | -0,3 | -0,2 | -0,1 | 0,0 | -0,1 |
| TK-8 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0,1 |
| TK-11 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,2 |
| TK-12 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,7 | 0,6 |
| TK-13 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,3 |
| TK-14 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,5 |
| TK-16 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,5 |

Рис. 3. Таблицы средних значений температур

Далее, мы рассмотрели схему подземной части МВМ и выяснили, что термокосы 4, 5, 6, 7 и 8 находятся в восточной части (разница в диапазоне распределения температур от 0 до 0,2 °C), а в западной, где находятся термокосы 1–3, 11–16) наблюдается значительная разница среднегодовой температуры (разница в диапазоне распределения температур от 0,1 до 0,8 °C).

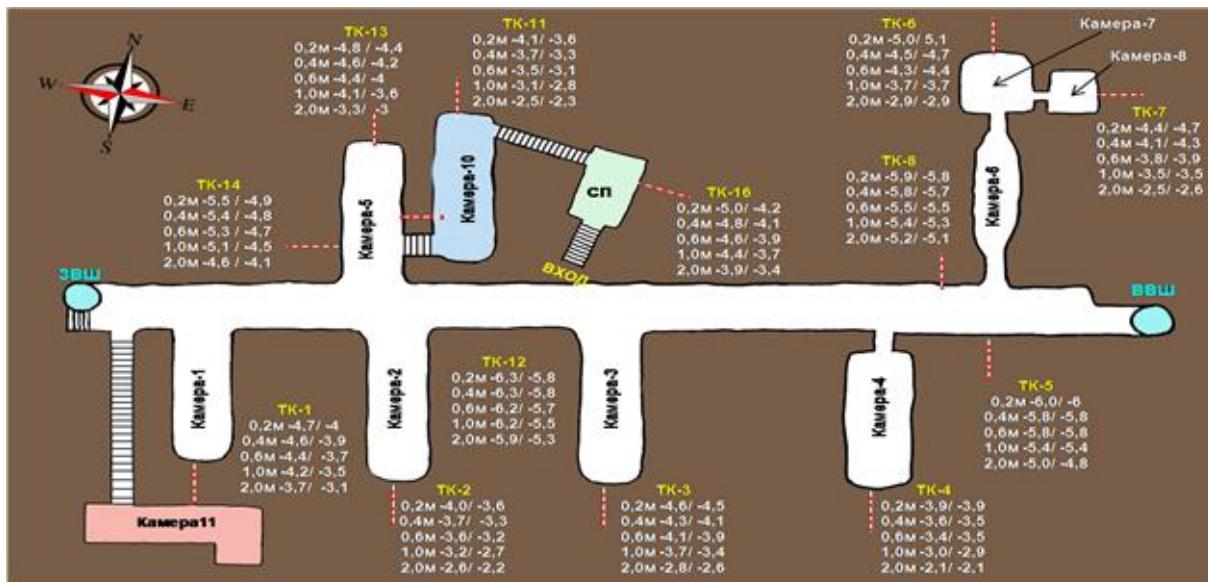


Рис. 4. Схема подземной части Музея вечной мерзлоты с расположением датчиков и значением среднегодовой температуры. Области распределения температуры

Анализируя полученные данные, можно с уверенностью сказать, что многолетнемерзлые породы в подземной части МВМ достаточно устойчивы к небольшим изменениям температурного режима. Максимальная температура составляет $-2,1^{\circ}\text{C}$, а минимальная $-6,3^{\circ}\text{C}$. При максимально зафиксированной нами разнице в 0,8 в среднегодовых значениях температура будет оставаться отрицательной.

Выводы

Анализируя полученные данные, можно с уверенностью сказать, что многолетнемерзлые породы в подземной части МВМ достаточно устойчивы к небольшим изменениям температурного режима, так как максимальная температура составляет $-2,1^{\circ}\text{C}$, а минимальная $-6,3^{\circ}\text{C}$, то при максимально зафиксированной нами разнице в 0,8 в среднегодовых значениях температура будет оставаться отрицательной.

Данное заключение позволяет сделать вывод, что при таких значениях температуры устойчивость и безопасность мёрзлой толщи подземной части Музея вечной мерзлоты будет обеспечена на ближайший период в течение нескольких лет.

Таким образом, наша гипотеза подтверждает, что температурный режим достаточно устойчив для дальнейшей эксплуатации Музея вечной мерзлоты.

Список литературы

1. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Геотермия>.
2. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Геокриология>.
3. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Музей_вечной_мерзлоты
4. Фёдорова Т. А., Терёхина Е. В. Температурный режим и динамика температурного поля в подземной части «Музея вечной мерзлоты» : материалы геотермических исследований // Информационно-аналитический отчёт. Игарка, 2017.
5. Фактические материалы температурных данных с автоматизированной системы геотермического контроля. Собственность «Музея вечной мерзлоты» 2018.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ УСКОРИТЕЛЬ МАСС (ЭМУМ)

В.Н. Чиданов, П.С. Кулаков, Н.С. Майдоров, Т.С. Лемешко

МКОУ «Богучанская школа № 2», с. Богучаны

Актуальность. Изобретателем электромагнитного ускорителя масс обычно считают Кристиана Биркеланда. Кристиан Биркеланд, профессор физики в университете Осло (работавший с 1898 по 1917 год), за период с 1901 по 1903 год получил три патента на свою «электромагнитную пушку». В 1901 году Биркеланд создал первую такую электромагнитную пушку катушечного типа и использовал ее для разгона снаряда массой 500 г до скорости 50 м/с (2). С помощью второй большой пушки, созданной в 1903 году и выставленной в настоящее время в норвежском техническом музее в г. Осло, он достигал разгона снаряда массой 10 кг до скорости примерно 100 м/с. Калибр пушки 65 мм, длина 10 м. Примерно в это же время электромагнитную пушку патентует Николай Бенардос. К. Э. Циолковский в своих трудах также рассматривал вариант использования электромагнитного ускорителя для запуска ракет. Актуальный вопрос: где можно применять ЭМУМ с наибольшей полезностью?

Новизна нашей работы заключается в том, что электромагнитные устройства, преобразующие энергию поля в энергию движения тела, в силу разных причин ещё не нашли широкого применения на практике.

Практическая значимость. Установка электромагнитного ускорителя масс актуальна для использования в космическом пространстве, так как в условиях вакуума и невесомости многие недостатки подобных установок нивелируются (сглаживаются). Возможно, скоро установки можно будет применить в добычи нефти и газа, при создании строительных инструментов – актуальное и современное направление прикладной физики в случае изобретения новых компактных и сверхмощных источников тока. Интерес к альтернативным технологиям возрастает с каждым годом. В нашем случае, это демонстрация свойств ферромагнетиков.

Цель – создать действующую модель электромагнитного ускорителя масс (ЭМУМ).

Задачи:

- 1) познакомиться с устройством по чертежам и макетам через интернет-сайты;
- 2) рассмотреть принцип действия электромагнитного ускорителя масс;
- 3) создать действующую модель электромагнитного ускорителя масс;
- 4) сделать выводы.

Электромагнитные ускорители масс принято подразделять на следующие виды:

– *рельсотрон* – импульсный электродный ускоритель масс «рэйл ган» (от англ. Rail gun). Он функционирует следующим образом. Проводящий снаряд движется между двух рельсов – электродов (откуда и получил свое название – рельсотрон), по которым подается ток. Источник тока подключается к рельсам у их основания, поэтому ток течет как бы вдогонку снаряду и магнитное поле, создаваемое вокруг проводников с током, полностью сосредоточено за проводящим снарядом. В данном случае снаряд является проводником с током, помещенным в перпендикулярное магнитное поле, созданное рельсами. На снаряд по законам физики действует сила Ампера, направленная в сторону, противоположную месту подключения рельсов и ускоряющая снаряд;

– *катушка Томпсона* – индукционный ускоритель масс (Tompson gun). В основу функционирования индукционного ускорителя масс положен принцип электромагнит-

ной индукции. В плоской обмотке создается быстро нарастающий электрический ток, который вызывает в пространстве вокруг переменное магнитное поле. В обмотку вставлен ферритовый сердечник, на свободный конец которого надето кольцо из проводящего материала. Под действием переменного магнитного потока, пронизывающего кольцо, в нём возникает электрический ток, создающий магнитное поле противоположной направленности относительно поля обмотки. Своим полем кольцо начинает отталкиваться от поля обмотки и ускоряется, слетая со свободного конца ферритового стержня. Чем короче и сильнее импульс тока в обмотке, тем мощнее вылетает кольцо;

– *пушка Гаусса* – магнитный ускоритель масс «гаусс ган» (от англ. Gauss gun). По имени ученого и математика Гаусса, в честь которого названы единицы измерения магнитного поля. Магнитный ускоритель состоит из соленоида, внутри которого находится ствол (как правило, из диэлектрика). В один из концов ствола вставляется снаряд (сделанный из ферромагнетика). При протекании электрического тока в соленоиде возникает магнитное поле, которое разгоняет снаряд, «втягивая» его внутрь соленоида.

В процессе выполнения работы основой для создания модели электромагнитного ускорителя масс стала электрическая схема (рис. 1).

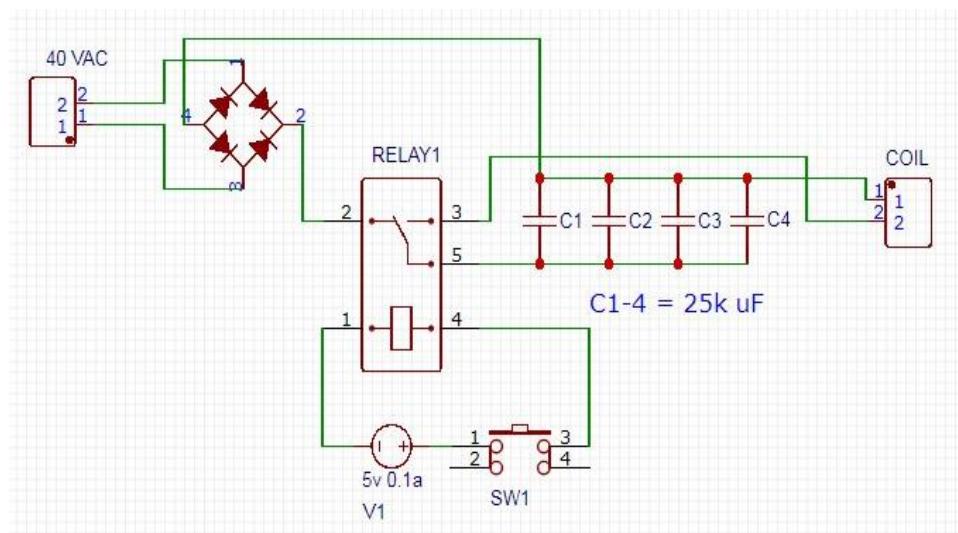


Рис. 1. Электрическая схема

В результате получилась такая модель:

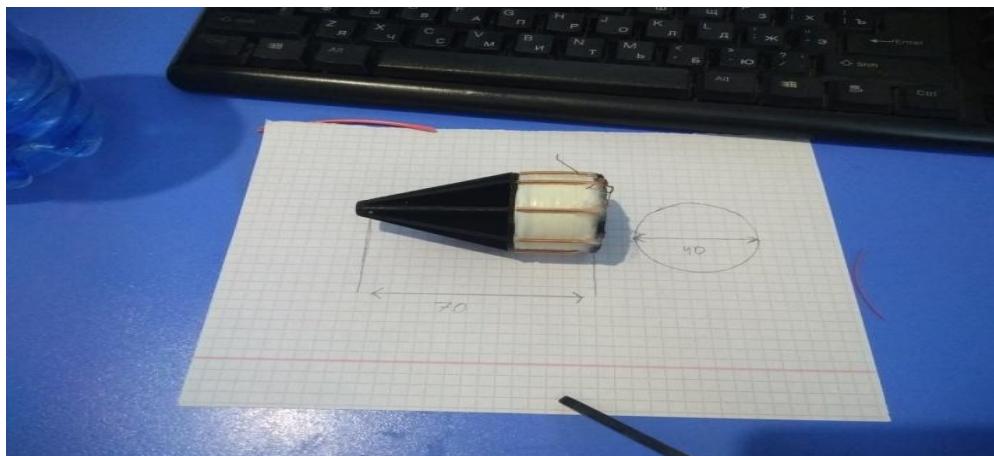


Рис. 2

Процесс моделирования:

1. Воспользовались, уже имеющимися в наличии, конденсаторами (финансовых затрат практически не было). Первоначально использовали при сборке цепи два конденсатора. Эффект от выстрела был незначительный.

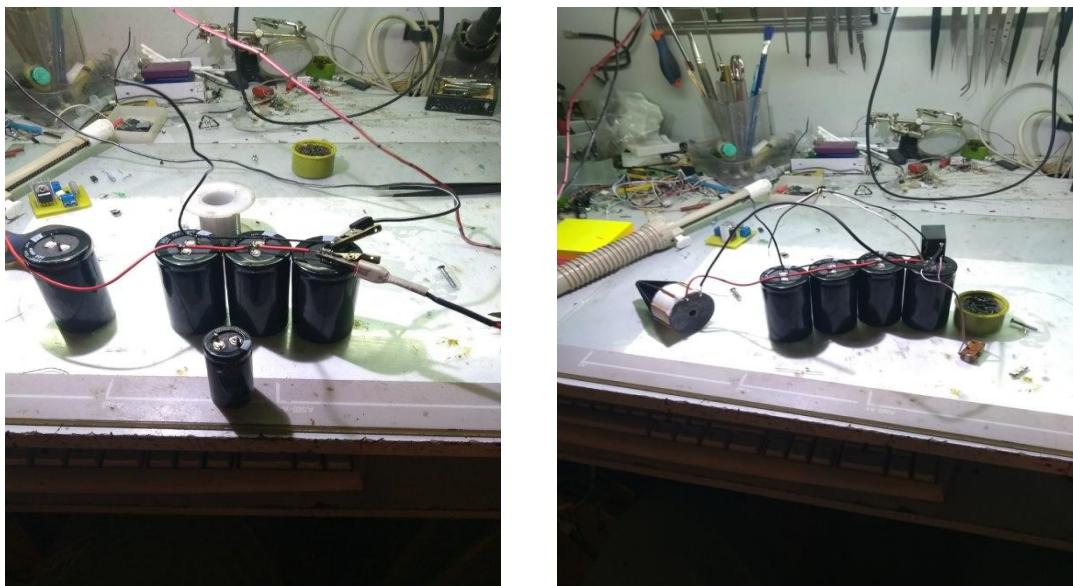


Рис. 3

2. Затем мы стали увеличивать количество конденсаторов (увеличивать энергию). Вследствие этого увидели значительные изменения. Снаряд стал двигаться с большим ускорением. Конденсаторы соединяли параллельно, чтобы увеличить емкость: $C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$.



Рис. 4

3. Апробирование работы, действующей модели, происходило так:

- изготовили снаряд из болта (длина $\approx 1,5$ см), обрезав шляпку;
- производили по несколько выстрелов (при разных условиях: меняли вид снаряда и мишень);
- пушка находилась на расстоянии 20 см от мишени;
- рулон бумажных полотенец смягчал удар;

- когда поставили вместо рулона доску толщиной ≈ 3 см, то увидели пробоину в 1,5 см;
 - заменили снаряд, изготовленный из болта, на шарик от подшипника (в диаметре 5 мм, массой 0,9 г);
 - эффект получился лучше. Доска была пробита на 2 см;
 - подсчитали КПД для всех случаев и получили 1,8–2,4 %.
- КПД очень маленький. Звук практически не слышен.

Заключение

Создав модель, мы подробно изучили электромагнитные ускорители масс, выяснили, где они применяются, выявили их преимущества и недостатки. Также мы собрали работоспособную модель электромагнитного ускорителя масс. Исходя из её характеристик, можем сказать, что при хороших лабораторных условиях, имея все необходимые ресурсы, можно собрать пушку с увеличенным КПД, способную заменить огнестрельное оружие у военных. Главным его преимуществом является бесшумность выстрела, а его недостатками – сравнительно большой размер и масса (за счёт мощного источника энергии). На сегодняшний день электромагнитный ускоритель масс не имеет особых перспектив в качестве оружия, так как значительно уступает другим видам стрелкового оружия. Перспективы возможны лишь в будущем, если будут созданы компактные и мощные источники электрического тока и высокотемпературные сверхпроводники (200–300 К). Считаем, что в безвоздушном пространстве он будет более эффективен.

Также такой прибор можно применить для запуска искусственных спутников на орбиты Земли.

И еще одно немало важное замечание: несмотря на то, что это устройство имеет небольшие энергетические параметры, во время экспериментов с ним и проведения пробных запусков необходимо соблюдать все меры безопасности, связанные с высоким напряжением и вылетом металлического снаряда.

Список литературы

1. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Пушка_Гаусса.
2. Военное обозрение. URL: <http://topwar.ru/3742-novoe-oruzhie-rossii-relsotron-arcimovicha.htm>.
3. URL: http://itc.ua/blogs/uskoriteli_mass_ot_skorostnogo_metro_do_kosmicheskogo_poleta_44184.
4. Бут Д. А. Основы электромеханики. М. : МАИ, 1996. С. 363.
5. Буль О. Б. Методы расчета магнитных систем электрических аппаратов: Магнитные цепи, поля и программа FEMM : учеб. пособие для вузов. М. : Академия, 2005. С. 191.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ДИКОРАСТУЩИХ ЯГОД В РАЙОНЕ ГОРОДА ИГАРКИ

П.С. Сысоева, И.Ю. Ольховская

МКОУ «СШ г. Игарки им. В.П. Астафьева», г. Игарка

Введение

В настоящее время не вызывает сомнения, что полноценное питание определяется не только энергетической ценностью пищи, но и обеспеченностью витаминами, пектиновыми веществами, микро- и макроэлементами. По данным НИИ питания РАМН, у 80–90 % населения России обнаружен дефицит витамина С, у 60 % снижены уровни витаминов А, В₁ В₂, В₆, выявлен дефицит минеральных веществ. Следует следить за своим здоровьем, и важную роль в этом играет правильное питание, а именно употребление полезных продуктов.

Антоцианы (от греч. *anthos* – цветок и *kyanos* – синий, лазоревый) – широко распространенные в природе водорастворимые пигменты растений, придающие цвет различным плодам, овощам, цветам. Антоцианы составляют одну из групп флавоноидов, которые не только обеспечивают многообразие окраски, но и повышают стрессоустойчивость растений, предотвращают повреждение фотолабильных молекул и фотосинтетического аппарата растительной клетки от избыточного солнечного излучения.

В настоящее время доказан терапевтический эффект антоцианов: они обладают антиканцерогенным действием, уменьшают риск развития сердечно-сосудистых заболеваний, улучшают остроту зрения, а также проявляют антиоксидантную активность. Образованию антоцианов благоприятствуют низкая температура, интенсивное освещение, но полностью их биологические функции пока не выяснены. Антоцианы придают цвет лепесткам цветков, коричневую, красную, оранжевую окраску, способствуя тем самым привлечению насекомых-опылителей. Данные пигменты чаще содержатся в клеточном соке (вакуолях), значительно реже – в клеточных оболочках. Могут существовать в различных формах: оксониевом катионе, карбониевом катионе. Больше всего антоцианов накапливают растения в местностях с суровыми климатическими условиями (Арктика, высокогорные луга), а также ранневесенняя флора. Антоцианы поглощают свет в ультрафиолетовой и зеленой областях спектра. Поглощенная энергия частично превращается в тепло, повышая на 1–4 °С температуру листьев, пестиков, тычинок. Это создает более благоприятные условия как для фотосинтеза, так и для оплодотворения и прорастания пыльцы в условиях пониженных температур. У высокогорных растений антоцианы, поглощая избыток солнечной радиации, защищают хлорофилл и наследственный аппарат клетки от повреждений. Яркая окраска цветков и плодов играет большую роль в привлечении насекомых-опылителей и в распространении плодов. Интересно, что растения, содержащие большое количество антоциана, обладают повышенной стойкостью к загрязнению воздуха кислыми газами промышленных предприятий.

Поступая в организм человека с фруктами и овощами, антоцианы поддерживают нормальное состояние кровяного давления и сосудов, предупреждая внутренние кровоизлияния. Образуя комплексы с радиоактивными элементами, антоцианы способствуют быстрому выведению их из организма. Кроме того, эти пигменты способны улучшать зрение. Ценность антоцианов связана также с открытием их выраженной антиокси-

дантной способности. Это весьма мощные антиоксиданты обладают большей эффективностью, чем витамины С и Е. Кроме того, они характеризуются противовоспалительными, антимикробными, гепатопротекторными свойствами. В эпидемиологических исследованиях показано, что умеренное потребление продукции с высоким содержанием антоцианов связано со снижением риска сердечно-сосудистых заболеваний. Антоцианы в составе продуктов питания широко распространены в природе, однако ягодные культуры обладают наиболее высокими их концентрациями по сравнению с большинством других пищевых источников.

Изучение физико-химических характеристик антоцианов возможно измерением УФ-спектра на спектрофотометре СФ 103 в кварцевых кюветах толщиной 1 см. По данным Пятигорского медико-фармакологического института, наибольшее число антоцианов обнаружено в чернике (табл. 1).

Таблица 1
Содержание антоцианов в образцах замороженных ягод

| Образцы ягод | Содержание антоцианов в 100 г продукта |
|--------------|--|
| Черника | 649 |
| Клубника | 195 |
| Вишня | ±130 |

Витамин С – мощный антиоксидант. Он играет важную роль в регуляции окислительно-восстановительных процессов, участвует в синтезе коллагена и проколлагена, обмене фолиевой кислоты и железа, а также синтезе стероидных гормонов и катехоламинов. Аскорбиновая кислота также регулирует свертываемость крови, нормализует проницаемость капилляров, необходима для кроветворения, оказывает противовоспалительное и противоаллергическое действие.

Витамин С является фактором защиты организма от последствий стресса. Усиливает процессы, увеличивает устойчивость к инфекциям. Уменьшает эффекты воздействия различных аллергенов. Имеется много теоретических и экспериментальных предпосылок для применения витамина С для профилактики раковых заболеваний. Известно, что у онкологических больных из-за истощения его запасов в тканях нередко развиваются симптомы витаминной недостаточности, что требует дополнительного их введения.

Существуют данные, показывающие профилактическую роль витамина С в отношении рака толстой кишки, пищевода, мочевого пузыря и эндометрия [1].

Витамин С улучшает способность организма усваивать кальций и железо, выводить токсичные медь, свинец и ртуть. Важно, что в присутствии адекватного количества витамина С значительно увеличивается устойчивость витаминов В₁, В₂, А, Е, пантотеновой и фолиевой кислот. Витамин С предохраняет холестерин липопротеидов низкой плотности от окисления и, соответственно, стенки сосудов от отложения окисленных форм холестерина.

Наш организм не может запасать витамин С и антоцианы, поэтому необходимо постоянно получать их дополнительно. Поскольку они водорастворимы и подвержены действию температуры, приготовление пищи с термической обработкой его разрушает.

Гипотеза: предполагаем, что климатические условия территории города Игарки подходят для образования большого количества антоцианов и витамина С в произрастающих ягодах.

Объект исследования: черника, собранная на территории реки Гравийка.

Условия созревания: средняя температура 11,4 °С, осадки 3,5.

Методы исследования: теоретический, эмпирический.

Цель: определить количество антоцианов и витамина С в дикорастущих ягодах на территории города Игарки.

Задачи:

- 1) проанализировать литературу по исследуемому вопросу;
- 2) определить группу риска;
- 3) провести опыты по выявлению количества антоцианов и витамина С в дикорастущих ягодах.

Практическая часть

Мы провели анкетирование среди учащихся старшего и среднего звена «СШ г. Игарка им. В.П. Астафьева». В опросе участвовало 60 человек, все интервьюеры употребляют ягоды, зная о наличии в них витаминов. Из опрошенных 96,5 % запасают ягоды, чаще используя метод криообработки. Употребляемые ягоды можно разделить на группы: покупаемые в магазинах города, собираемые на юге Красноярского края, собираемые на территории города Игарки.



Рис. Результаты опроса «Самые полезные ягоды»

Результат опроса «Сбор ягод» показал: 3,5 % (3 человека) собирают чернику. Результат опроса «Покупка замороженных ягод» 28,3 % (17 человек) от опрошенных покупают клубнику.

Вывод. В условиях Крайнего Севера при постоянной утомляемости и недостатке витамина С жители не используют естественные источники, способные сохранить и укрепить их здоровье. По результатам опроса самая часто употребляемая в пищу ягода – замороженная клубника.

Методика определения наличия антоцианов качественными реакциями

Особенности окраски антоцианов зависят от среды, кислая среда раствора приводит к увеличению числа протонов водорода, переводя антоцианы из нейтральной формы в катионы H^+ . В кислой среде антоцианы имеют красную окраску. При увеличении OH^- ионов окраска меняется от синего через зеленый к желтому. В щелочной среде антоцианы не устойчивы, поэтому происходит разрушение красителя, т. е. антоцианов.

Реактив и оборудование: 10 %-растворы NaHSO_4 , NaHCO_3 , лимон, щелочь (мыло); пробирки, лоток, перчатки, соки ягод, химические стаканы (50 мл), колба (500 мл), бюретка, штатив, ступки, пестик, весы.

1. Приготовить сок из вытяжек ягод с одинаковым объемом воды.
2. Добавить несколько капель реагентов.
3. Анализ результатов.

Таблица 2

Результаты исследования наличия антоцианов

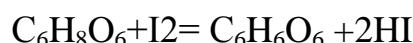
| Продукт | NaHSO ₄ | NaHCO ₃ | Лимон | NaOH(мыло) |
|----------|--------------------|--------------------|-------|------------------|
| Черника | слабо | слабо | слабо | фиолетовый |
| Клубника | слабо | слабо | слабо | желтый |
| Вишня | слабо | слабо | слабо | желтый |
| Клюква | слабо | слабо | слабо | слабо-фиолетовый |

Три миллилитра 10%-раствора мыла прореагировали во всех образцах, что доказывает большее количество антоцианов в чернике.

Вывод. Условия на территории произрастания соответствуют накоплению большого количества антоцианов в плодах черники.

**Методика определения содержания витамина С
(аскорбиновой кислоты) тетраметрическим анализом**

Для проведения эксперимента был использован аскорбинометрический метод – один из методов тетраметрического анализа. Аскорбиновая кислота (АК) быстро реагирует с йодом, окисляясь она превращается в дегидроаскорбиновую кислоту.



Метод основан на качественной реакции йода с крахмалом. При полном окислении АК следующая капля титранта (йода) окрасит титруемое в синий, признак окисления крахмала йодом. Один моль АК (176 г/моль) реагирует с одним моль йода (276 г/моль). Для точности результата разбавим йодную настойку, к 1 мл прильем 39 мл воды. Концентрация этого раствора (0,005 моль/л), 1 мл этого раствора йода соответствует 0,88 мг АК, 0,005 моль /л · 176 г/моль = 0,88 мг.

Таблица 3

Результаты исследования содержания витамина С

| Продукт | Норма 100 г | Кол-во раствора йода на титрование Y | Масса аскорбиновой кислоты (X) | На 100 г |
|-------------------------|----------------|---|-----------------------------------|----------|
| -25 °C | | | | |
| Аскорбиновая кислота | | 14,3 мг | 15 мг | |
| Черника | 10 мг | 1,5 мг | 1,32 мг | 5,28 |
| Клубника | 58,8 мг | 1,3 мг | 1,1 мг | 4,4 |
| Вишня | 50 мг | 2 мг | 1,76 мг | 7,04 |
| Клюква | 100 мг | 1,5 мг | 1,32 мг | 5,28 |
| +100 °C | | | | |
| Черника | 10 мг | 1 мг | 0,88 мг | 3,52 |
| Клубника | 58,8 мг | 0,6 мг | 0,528 мг | 2,12 |
| Вишня | 50 мг | 1,3 мг | 1,144 мг | 4,576 |
| Клюква | 100 мг | 0,6 мг | 0,528 мг | 2,112 |

Реактив и оборудование: йод (0,125 %), крахмал (1:25), вода, таблетка аскорбиновой кислоты, соки ягод, химические стаканы (50 мл), колба (500 мл), бюретка, штатив, ступки, пестик, весы.

1. Приготовить сок из вытяжек ягод, с одинаковым объемом воды.
2. Добавить несколько капель крахмала.
3. Титровать смесь раствором йода до появления устойчиво синего окрашивания.
4. Рассчитать массу аскорбиновой кислоты: $X = (V_{\text{йод}}) Y \cdot 0,88 / 1$.

$$(V_{\text{йод}}) \text{ мл} - m (AK) 0,88 \text{ мг}$$
$$(V_{\text{йод}}) Y \text{ мл} - m X (AK) \text{ мг}$$

В чернике, прошедшей криообработку, витамин С сохранился лучше, чем в иных образцах. При нагревании количество витамина снижается примерно одинаково во всех продуктах.

Вывод: метод криообработки наиболее эффективен для сохранения витамина С в ягодах черники. Также источником витамина С в покупаемой продукции являются плоды вишни.

Заключение

В ходе выполнения работы мы познакомились с некоторыми свойствами ягод (плодов), таких как: черника, клубника, клюква, вишня.

В условиях школьной лаборатории нам не удалось провести количественный анализ антоцианов, но, наблюдая качественные реакции, я пришла к выводу, что черника, собранная на территории города Игарки, содержит большое количество антиоксидантов (антоцианов).

Ягоды, приобретенные в магазине, имеют низкое количество витамина С. Хорошим способом сохранить полезные вещества в чернике явилась криообработка, при ней сохраняется 58 % витамина С. Альтернативным источником витамина С при покупке в магазине могут служить плоды вишни, но по наличию антоцианов она имеет низкие показатели.

Гипотеза подтвердилась, климатические условия территории города Игарки подходят для образования большого количества антоцианов и витамина С в дикорастущих ягодах.

Жители города не поддерживают современные тенденции сохранения здоровья, выбирая вкусное, а не полезное.

Список литературы

1. Block G. Epidemiology. 1992. 3 (3). P. 189–191.
2. Уайт Е. Основы здорового питания / пер. с англ. М. : Источник жизни, 1997. 608 с.
3. Арсеньев Е. Н. Здоровье не купишь! Работоспособность и здоровье человека на севере. Мурманск, 1993.
4. Мой диабет. URL: <http://moidiabet.ru/articles/diakladovaja-jagodi-severa-luchshaja-immunnaja-zaschita>.
5. Статистика и дневники. URL: <http://www.liveinternet.ru/users/nina62/post206028518>.
6. Отзывы покупателей. URL: www.irecommend.ru.
7. Эко-отель «Летняя Золотица». URL: <http://wdc-arh.ru>.

Научное издание

НЕФТИНАЯ СМЕНА. ЭНЕРГИЯ БУДУЩЕГО!

Материалы V Всероссийской научно-практической
конференции

13 апреля 2019 г.

Корректор *З. В. Малькова*
Компьютерная верстка *И. В. Гревцовой*

Подписано в печать 14.10.2019. Печать плоская
Формат 60×84/8. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 7,0
Тираж 30 экз. Заказ № 9593

Библиотечно-издательский комплекс
Сибирского федерального университета
660041, Красноярск, пр. Свободный, 82а
Тел. (391) 206-26-16; <http://bik.sfu-kras.ru>
E-mail: publishing_house@sfu-kras.ru