

ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова»

Технический институт (филиал) в г. Нерюнгри

ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова»

Южно-Якутский научно-исследовательский центр

Академии наук Республики Саха (Якутия)

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ



XX

Юбилейная всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов

Секции 1 - 3

г. Нерюнгри,
28 марта - 30 марта 2019 г.

ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова»

Технический институт (филиал) в г. Нерюнгри
ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова»

Южно-Якутский научно-исследовательский центр
Академии наук Республики Саха (Якутия)

МАТЕРИАЛЫ

**XX Юбилейной всероссийской
научно-практической конференции
молодых ученых, аспирантов и студентов в г. Нерюнгри,
с международным участием**

28 марта – 30 марта 2019 г.

Секции 1–3

Нерюнгри 2019

УДК 378 (571.56) (063)
ББК 74.58 (2Рос.Яку) я43
Д 22

Материалы XX Юбилейной всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов в г. Нерюнгри, с международным участием. Секции 1-3. — Нерюнгри: Изд-во Технического института (ф) СВФУ, 2019. — 253 с.

ISBN 978-5-91243-078-7

Редакционная коллегия:

Павлов С.С., канд. геол.-минерал. наук, доцент (председатель); *Гриб Н.Н.*, д-р техн. наук, профессор (зам. председателя); *Мельников А.Е.*, канд. геол.-минерал. наук; *Корецкая Н.А.*, канд. техн. наук, доцент; *Мусакаев М.А.*, канд. физ.-мат. наук; *Рочев В.Ф.*, канд. техн. наук; *Похорукова М.Ю.*, канд. техн. наук; *Погуляева И.А.*, канд. биол. наук; *Акинин М.А.*, канд. ист. наук; *Николаев Е.В.*, канд. пед. наук; *Чаунина Н.В.*, канд. филол. наук, доцент; *Шовкань А.Г.*; *Литвиненко И.А.*; (редактор).

В сборнике представлены итоги исследований молодых ученых, аспирантов и студентов в области естественных, технических и гуманитарных наук. Многоплановый характер исследований может быть интересен широкому кругу читателей.

Утверждено к печати научно-техническим советом Технического института (филиала)
ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет
имени М.К. Аммосова» в г. Нерюнгри

ISBN 978-5-91243-078-7

УДК 378 (571.56) (063)
ББК 74.58 (2Рос.Яку) я43

© Технический институт (ф) СВФУ, 2019

Технические науки и науки о Земле

Секция 1. Строительство

Легкие металлические конструкции для северных условий

*Акулов С.В., студент,
Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,
г. Нерюнгри
E-mail: akylov-sergey2013@yandex.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент Сокольникова Л.Г.*

Введение. В настоящее время в Республике Саха (Якутия) наибольшее распространение получили здания, основным материалом строительства которых является бетон и железобетон.

Данный вид материала используется длительный период времени, и он зарекомендовал себя как прочный, долговечный и стойкий к сейсмической активности. Однако наряду с преимуществами бетон и железобетон имеют также ряд недостатков, которые существенно сказываются на сроках и себестоимости строительства. Применение в строительстве легких металлических конструкций позволит сократить время монтажа и общую себестоимость работ.

Цель работы. Проанализировать возможность расширения применения легких металлических конструкций для северных условий.

Задачи:

- Изучить возможность применения в строительстве легких металлических конструкций в условиях низких температур;
- Рассмотреть основные достоинства и недостатки применения легких металлических конструкций в северных условиях.

Легкие металлоконструкции.

Легкими металлоконструкциями являются здания, в которых ограждения производятся с применением тонколистового профилированного металла и облегченного утеплителя, в большинстве случаев которым являются сэндвич-панели. Данный материал применяется для строительства промышленных и жилых зданий, сельскохозяйственных сооружений, гаражей, торговых павильонов и др.

Легкие металлоконструкции появились в Советском Союзе в 1970-х годах, поскольку у страны была большая потребность в быстровозводимых зданиях, которые применялись в качестве промышленных, складских, и сельскохозяйственных объектов.

В направлении производства металлоконструкций применяются несколько типов материалов, таких как:

- нержавеющей стали, которые обеспечивают стойкость к воздействию коррозии, имеют хорошие прочностные характеристики и долговечность;
- конструкционные стали, благодаря которым конструкция, в конечном итоге, имеет небольшой вес;

- материалы с оцинковкой - данный вид материалов обеспечивает хорошую защиту от влажности, и обеспечивают неплохой внешний вид. [1]

Эффективность использования легких металлоконструкций в северных условиях.

Обычно строительные работы производят весной и летом, а не зимой, что приводит к большим затратам времени и средств. Этого можно избежать, если не ждать весны и начать строительство после того, как все необходимые документы будут готовы. Принято считать, что зима – не строительный сезон, но только не для технологий легких металлоконструкций. Строительство из этого материала возможно в любое время года.

Преимуществами данных конструкций является скорость и простота монтажа, небольшой вес, прочность, долговечность и устойчивость к перепадам температур, что очень важно для севера. Еще одним существенным плюсом строительства в холодное время года является то, что легкие металлоконструкции могут монтироваться без применения сварки, только с использованием болтовых соединений. В наше время технологии позволяют создавать элементы легких металлических конструкций с высокой точностью, что обеспечивает им надежность и долговечность.

Общая масса здания, за счет применения ЛМК снижается, по сравнению со зданиями из бетона и железобетона в 3-4 раза, что существенно экономит средства, затрачиваемые на фундамент.

Утепленные здания из металлоконструкций отлично подходят для зон с низкими температурами, поскольку имеют отличную морозостойкость и абсолютную герметизацию [2].

Вывод. В наших условиях строительство зданий из легких металлоконструкций имеет возможность расширения применения, и по своим достоинствам несколько не будут уступать традиционным материалам строительства.

Список литературы:

1. Трофимов В.И. Легкие металлические конструкции зданий и сооружений/Издательство ассоциации строительных вузов/Москва - 2002.
2. Москалев Н.С. Металлические металлоконструкции/Издательство ассоциации строительных вузов/Москва/2007.

Обоснование применения технологии Massiv-Holz-Mauer в условиях Крайнего Севера

*Герасимова В.С., магистрант,
Северо-Восточный федеральный университет,
г. Якутск
E-mail: gervs@stud.s-vfu.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент Кардашевский А.Г.*

Технологии строительства малоэтажных зданий быстро развиваются, появляются новые способы, материалы, которые обеспечивают как технологический эффект, так и экономический. Для Республики Саха (Якутия), известной своими климатическими и

транспортными особенностями, необходимо внедрение в практику строительства современных благоустроенных жилых домов с последующим их распространением по всем районам республики.

В Правительстве РФ, в 2018 году, принят законопроект о втором этапе переселения граждан из аварийного жилищного фонда. Минстрой РС (Я), основываясь на данных муниципальных образований, занимается формированием региональной адресной программы по переселению граждан из аварийного жилищного фонда на 2019-2024 гг. В проект внесены аварийные дома по всем районам республики, и согласно паспорту Федерального проекта «Обеспечение устойчивого сокращения непригодного для проживания жилищного фонда» прогнозный объем расселения составляет 920,13 тысяч кв.м. [1, стр. 74]. Построить повсеместно каменные дома, ввиду сложности инфраструктуры, ее сезонности, влияния погодных условий, высокой стоимости каменного домостроения и регламентированности средств бюджета является затруднительным. В настоящее время, в республике, альтернативу каменному домостроению составляет строительство с применением ЛСТК, которое не привязано к сезону года, следовательно, работы по возведению таких зданий ведутся круглый год, что является существенным плюсом для домостроения по всей республике.

Легкие стальные тонкостенные конструкции уже получили признание на рынке строительства и по программе «Переселение граждан из аварийного жилищного фонда с учетом необходимости развития малоэтажного жилищного строительства на 2013 – 2017 годы» в п. Жатай были построены 46-ти и 44-х квартирные дома с использованием данной технологии, но в процессе эксплуатации были выявлены проблемы, связанные с несоответствием температуры внутреннего воздуха, и на внутренней поверхности наружных ограждений, требованиям норм по тепловой защите зданий [2, стр. 371].

Анализ показал, что ошибки при проектировании зданий из ЛСТК носят повторяющийся характер и включают:

- низкое качество выполнения теплоизоляционных работ, обусловленные конструктивными особенностями профилей и конструкций из них;
- нарушение воздухопроницаемости здания в местах стыков, на участках примыкания стен к цокольному и чердачному перекрытиям, а также по периметру оконных и дверных проемов;
- при проектировании ограждающих конструкций не учитывалась повышенная инфильтрация воздуха в северных условиях, не рассчитывались температурные поля в местах расположения стальных профилей, которые имеют повышенную температурную проводимость;
- большое количество теплопроводных включений – стальных профилей [3, стр. 44].

Для восстановления температурного режима здания из ЛСТК, в п. Жатай, было принято решение об устройстве дополнительной теплоизоляции наружных ограждающих конструкций и цокольной части здания. В результате этого увеличивается толщина теплоизоляционного слоя, количество производимых операций и себестоимость строительства.

В труднодоступных северных и арктических регионах РС (Я) альтернативой технологии ЛСТК может стать технология МНМ (Massiv-Holz-Mauer), активно применяемая в Европе. МНМ – это деревянные панели, являющиеся прочными

модульными стеновыми конструкциями. Панель выполняется целиком из массивной древесины – досок, доведенных до 12-14% влажности в сушильной камере, уложенных крест-накрест друг к другу, закрепляются алюминиевыми штифтами диагонально [4, стр. 234].

Таблица 1

Основные характеристики панелей Massiv-Holz-Mauer

	Тип древесины	Толщина на доски, мм	Способ скрепления ламелей	Общая толщина плиты, мм	Мин. размер плиты, м	Макс. размер плиты, м	Плотность, кг/м ³	Теплопроводность, Вт/(м·°С)	Сопротивление теплопередаче, (м ² ·°С)/Вт при h=100мм
Панель МНМ	Сосна ель	24	Алюминиевые рифленные штифты	115-340	2x2	3,25x6	480	0,093	1,02

Данная технология ориентирована на массовое строительство: многоквартирные дома до 4-х этажей, индивидуальное строительство, также для общественных зданий различного назначения [5, стр. 48].

В МНМ-панелях можно выделить следующие отличительные черты:

- производство панелей не требует большого количества кадров за счет небольшого, но достаточного количества оборудования;
- сокращение сроков строительно-монтажных работ, так как панели МНМ полностью изготавливаются в заводских условиях и имеют высокий процент готовности;
- отсутствие «мокрых» процессов позволяет строить дома по данной технологии круглый год, вне зависимости от климатических условий;
- малый удельный вес таких стеновых конструкций позволяет экономить на транспортировке;
- открывается возможность выбора различных видов фундаментов и существенного сокращения расходов на их возведение;
- минимальное количество рабочих и средств механизации для проведения строительно-монтажных работ существенно уменьшает расходы и себестоимость строительства;
- МНМ-панели не дают усадку, обладают высокой несущей способностью, прочностью, сравнимой с кирпичной кладкой [6, стр. 426];
- панели не содержат клея и других химических добавок, экологичны, долговечны и обладают хорошими эксплуатационно-техническими характеристиками.

На сегодня, широкое распространение технологии строительства с применением панелей МНМ, в РС (Я), сдерживается ограничениями по противопожарной защите и отсутствием производственных мощностей. Актуальными направлениями исследований в этой области являются:

- Адаптация и разработка новых видов узлов соединения панелей и схем монтажа, с учетом особенностей климата и грунтов основания. Опыт использования в Республике Саха (Якутия) является небольшим, так как технология относительно новая и не получила достаточного распространения как в России, так и в нашем регионе.

- Узлы сопряжения. При рассмотрении планов этажей и узлов здания от производителя видно, что для применения в условиях Севера необходимо дополнительное утепление стыков конструкций; применяемые технические решения не позволяют выполнить надежный технологический узел соединения стеновых панелей по длине; соединение МНМ-панелей с цокольным перекрытием, соединение угловых стен, а также последовательное соединения являются продуваемыми и трудно утепляемыми. Герметичность наружной оболочки здания играет большую роль в общем энергетическом балансе здания, особенно в условиях резко континентального климата РС (Я), чем объясняется необходимость комплексного подхода при проектировании узлов сопряжения конструкций.

- Определение оптимальных конструктивных решений наружных стеновых панелей и перекрытий с учетом современных требований по тепловой защите зданий. Экспериментальные значения исследования теплозащитных свойств МНМ-панелей показали, что данные стеновые конструкции пригодны для строительства в условиях Крайнего Севера, но необходимо изучение теплотехнических свойств панелей, эксплуатируемых в условиях продолжительного действия отрицательных температур [7, стр. 38].

- Противопожарная защита. Согласно исследованиям, произведенными MFPA Leipzig GmbH по заказу Massiv-Holz-Mauer Entwicklungs GmbH, на пожарную безопасность при испытании 5-тислойной панели толщиной 160мм в соответствии с DIN 1365 была подтверждена безопасность данного элемента при одностороннем воздействии огня, что соответствует воспламенению внутри или снаружи эксплуатируемого помещения, класс пожарной опасности панелей МНМ соответствует классу F90 [8, стр. 53]. Для подтверждения данных провести испытание опытных образцов на их способность противостоять воздействию огня.

Технология МНМ может стать альтернативой, недорогой заменой каменным домам и зданиям из ЛСТК профилей, при соответствующем научно-техническом сопровождении проекта и доработке проблемных вопросов изготовления, монтажа и обеспечения противопожарной безопасности.

Список литературы:

1. Паспорт федерального проекта «Обеспечение устойчивого сокращения непригодного для проживания жилищного фонда» [Текст]: утвержден протоколом заседания от 21 декабря 2018 г. № 3 // проектный комитет по национальному проекту "Жилье и городская среда" - 2018. С.1-74.

2. Корнилов, Т.А. Основные причины нарушения температурного режима многоквартирных зданий из ЛСТК в п. Жатай [Текст] / Т.А Корнилов, А.Я. Никифоров // Современные проблемы строительства и жизнеобеспечения: безопасность, качество, энерго- и ресурсосбережения (Якутск, СВФУ им. М.К. Аммосова, 27-28 октября 2016г.). Киров, МЦНИП, 2016. С. 371-377.

Учитывая местность, где мы проживаем – Крайний Север, важно отметить значительное влияние погодных условий в виде холодной зимы и теплого лета. По СП 131.13330.2012 «Строительная климатология», табл. 3.1, абсолютная минимальная температура воздуха составляет $-64\text{ }^{\circ}\text{C}$, и по табл. 4.1, абсолютно максимальная $38\text{ }^{\circ}\text{C}$ в г. Якутске.

Первым документом для начала расчетов является СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия», глава 13 «Температурные климатические воздействия», учитывающий изменения средних температур и его перепад по сечению элемента для конструкций, не защищенных от суточных и сезонных изменений температуры. Например, такими конструкциями в зоне, где распространены многолетнемерзлые грунты, выступают фундаментные конструкции, возведенные выше отметки земли для сохранения данных грунтов в исходном состоянии. Для свай, сечением $40\times 40\text{ см}$, в условиях города Якутска $\Delta t_w = 65,76\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $\Delta t_c = -60,21\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Вторым по значимости документом является СП 52-105-2009 «Железобетонные конструкции в холодном климате и на вечномерзлых грунтах». Но следует подчеркнуть, что он не входит в перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых, на обязательной основе, обеспечивается соблюдение требований Федерального закона "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений". В виду этого данный документ носит статус «применения на добровольной основе». Однако обязательным к применению является таблица 4.1, где рекомендуется применять по принадлежности к одной из трех групп конструкций классы бетона В25 - В35. Например, к 1 группе относят сваи – В35, к 2 группе ростверки – В30, к 3 группе основной каркас здания – колонны и перекрытия – В25. Равным образом к бетону предъявляется иметь марку морозостойкости F150 – F400, который показывает число циклов попеременного замораживания и оттаивания. Учитывая, что для зданий минимальная долговечность составляет 50 лет, данные требования справедливы для всех типов зданий. В частности, на крупнопанельные дома, не достигшие данного срока по ул. Ярославского, с годом постройки 1975, т.е. возведенные без учета требований к морозостойкости.



Рис. 1. Свая – ул. Ярославского 39, г. Якутск



Рис 2. Рандбалка – ул. Ярославского 39/1, г. Якутск

Из фотографий видно, что фундаментные конструкции подвержены многочисленным трещинам, сколам и отслоению защитного слоя бетона. Исходя из материалов обследований, можно судить, что, несмотря на соблюдение требований норм и правил, на реконструкцию, и усиление подобных объектов, затрачиваются значительные суммы и трудозатраты.

Обследования показывают, что повреждения встречаются и в конструкциях зданий, возведенных в более позднее время, выполненных в соответствии с требованиями по обеспечению морозостойкости и проектирования фундаментных конструкций (РМ 2-77, Альбом 2, «Сборные и железобетонные фундаменты»). Это объясняется тем, что действующие нормы проектирования не в полной мере учитывают температурные факторы.

Появление трещин можно объяснить температурными деформациями.

Температурные деформации возникают в трех случаях [1, стр. 73]:

- первый — при наличии препятствий продольным деформациям данного элемента;
- второй — при наличии препятствий поперечным деформациям;
- третий — при изменении температурного градиента по сечению или по длине элемента, особенно по границе между старым и новым бетоном, что имеет место при ремонте сооружения или между внутренними и наружными слоями бетона.

Обычно температурные деформации, опасные для конструкции, происходят с поверхности в глубину и развиваются довольно активно, так как температура внешних слоев бетона изменяется быстро, а внутренних — весьма медленно. В результате температурный градиент изменяется по сечению элемента, имея наибольшую величину у поверхности.

Рассматривая, СП 52-105-2009 дальше, в поисках ответов на вопрос сохранения долговечности, невзирая на качество исполнения работ, которые сложно предвидеть и контролировать, производим расчет деформаций, усилий от воздействия температур и влажности воздуха. Определяем горизонтальные перемещения крайних элементов: зимой – укорочение u_1 , летом – удлинение u_2 . Благодаря, этим данным проверяем соответствующее армирование элементов по основным видам нагрузки.

Однако в ходе расчета по СП 52-105-2009 возникают ряд неоднозначно трактуемых моментов:

- В силу разработки и выпуска в 2009 году, данный свод правил ссылается на старые и не актуализированные документы на момент 2018 г., включая приложение А, в котором ведется расчет изменений температуры, упомянутый выше в СП 20.13330.2016.
- В документе представлен наглядный график коэффициента линейного температурного расширения бетона в зависимости от групп конструкций и температур, но не позволяющий определить его значение с заданной точностью.

Определенное значение α_{bt} приводится в СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения» для тяжелого бетона при температурах от -40 до 50 °С - $\alpha_{bt} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Но значение α_{bt} ниже -40 °С не приведено. Решению этого вопроса посвящена статья Истомина А.Д. и Кудрявцева А.В. [2], на основе результатов работы [3] и исследований поведения бетона при отрицательных температурах. Формула расчета α_{bt} [2]:

$$\alpha_{bt} = \alpha_{bt,0} + 5 \cdot 10^{-9} \cdot n_w T$$

где α_{bt} и $\alpha_{bt,0}$ – КЛТД бетона соответственно при отрицательной и положительной температурах, $\alpha_{bt,0} = 1 \cdot 10^{-5} \text{°C}^{-1}$; n_w – эмпирический коэффициент, зависящий от условий эксплуатации ($n_w = 4$ при $W < 4\%$ - воздушная среда естественной влажности; $n_w = 3$ при $4 \leq W \leq 6\%$ - длительный контакт с водой; $n_w = 1$ при $W > 6\%$ - полностью в водонасыщенном состоянии), T – температура замораживания бетона, °С.

Для г. Якутска при $T = -52 \text{°C}$ (температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СП 131.13330.2012) и $n_w = 4$ получаем:

$$\alpha_{bt} = 1 \cdot 10^{-5} + 5 \cdot 10^{-9} \cdot 4 \cdot (-52) = 0,896 \cdot 10^{-5} \text{°C}^{-1}$$

Расчеты показывают, что правильное назначение величины α_{bt} имеет большое значение при армировании железобетонных конструкций, эксплуатируемых при низких температурах.

Например, при армировании цокольного перекрытия, с размерами в плане 10,02 x 10,87 м и толщиной 150 мм, двухэтажного жилого дома, к действующим нагрузкам добавить равномерное воздействие температуры величиной -52°C , с применением данного коэффициента по [2], вместо $\alpha_{bt} = 1 \cdot 10^{-5} \text{°C}^{-1}$ процент армирования снижается до 17-23 %.

Следовательно, величина α_{bt} имеет весомое значение для расчета конструкций находящихся при низких климатических температурах.

Кроме того, в формуле 7.3 СП 52-105-2009 для определения коэффициента деформаций системы свая-грунт α_ε , м^{-1} исключается коэффициент 10^5 , так как в своде правил использована формула из «Рекомендаций» [4], в которой число 10^5 учитывает перевод значений b_y [см] и B_n [см²· кгс] в [м] и [м²· тс]. В СП 52-105-2009 такой необходимости не существует, так как коэффициент k измеряется в [кН/м⁴], b_p в [м] и D [кН· м²], в отличие от «Рекомендаций» [4], где k – [тс/м⁴] по СНиП 2-17-77. В этом случае формула приобретает вид:

$$\alpha_\varepsilon = \sqrt[5]{\frac{k b_p}{\gamma_c D}}$$

Таким образом, для расчета железобетонных конструкций, эксплуатируемых в холодном климате, расчет температурных воздействий имеет важное значение, которое требует более тщательной проработки положений действующего СП 52-105-2009.

Список литературы:

1. Шилин А.А. Ремонт железобетонных конструкций [Текст]: учеб. пособие для вузов / А.А. Шилин. – М.: Издательство «Горная книга», 2010. – 519 с.: ил.
2. Истомин А.Д., Кудрявцева А.В. Работа статически неопределимых железобетонных элементов в условиях отрицательных температур [Текст] / А.Д. Истомин, А.В. Кудрявцев // Промышленное и гражданское строительство. - 2016. - № 7. - С. 51–55.
3. Алмазов В.О., Истомин А.Д. Влияние способа водонасыщения на температурные деформации бетона при замораживании [Текст] / В.О. Алмазов, А.Д. Истомин // Воздействия внешних факторов на гидротехнические сооружения: меж.вуз. сб. науч. тр. - М.: МИСИ - 1986. - С. 162-169.

4. Рекомендации по расчету железобетонных свайных фундаментов, возводимых на вечномёрзлых грунтах, с учетом температурных и влажностных воздействий [Текст]/ НИИ бетона и железобетона. – М.: Стройиздат., 1981. – 47 с.

Проект усиления железобетонной колонны административного здания ООО «УК «Колмар»

*Деменова А.С., студент
Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,
г. Нерюнгри
E-mail: adip5s@mail.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент Корецкая Н.А.*

Цель: подобрать оптимальный вариант усиления железобетонной колонны административного здания ООО «УК «Колмар» для надстройки 4-го этажа.

Задачи:

- рассмотреть результаты обследования колонн здания;
- определить запас несущей способности;
- выбрать наиболее эффективный метод усиления колонн здания;
- разработать проект усиления колонны здания.

Объект исследования: Несущая система административного здания ООО «УК «Колмар».

Предмет исследования: Усиление фрагмента каркаса административного здания ООО «УК «Колмар»

Конструктивная схема здания представляет собой полный каркас с поперечным расположением ригелей, которые образуют совместно с колоннами рамы (рис. 1)

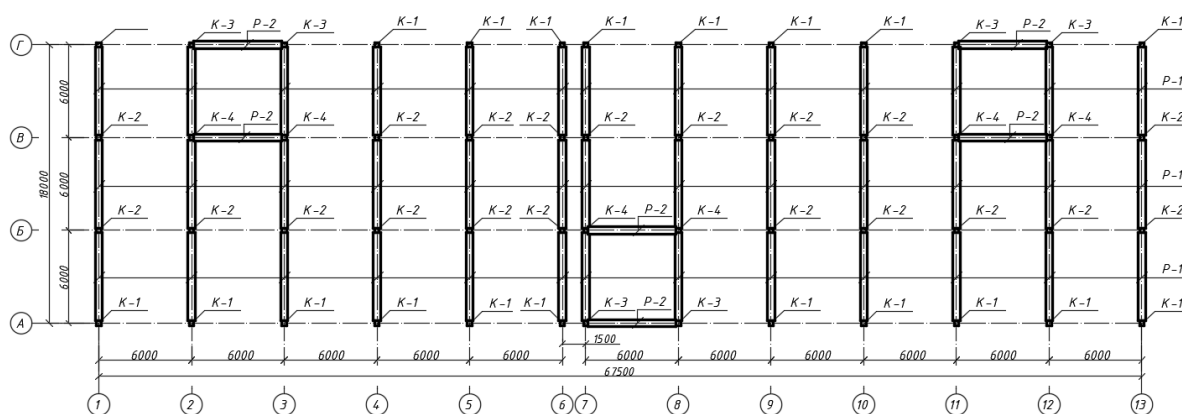


Рис. 1. Конструктивная схема здания

По результатам обследования колонн установлены повреждения, а именно коррозия закладных деталей в осях А-Г/1-13 на отметке -0,570. Коррозия закладных изделий может перекинуться на арматурный каркас колонны, которому они крепятся. Образование коррозии обусловлено отсутствием защитного слоя бетона и

периодическим намоканием конструкций в результате протечки технических вод (рис. 2).

По результатам расчета колонн на несущую способность, с фактическими нагрузками и характеристиками по прочности бетона на сжатие, следует, что расчетная несущая способность для колонн в осях Б-13 (В22,5), В-10 (В25), Г-13 (В25), А-5 (В25) обеспечивается.

Запас несущей способности колонн составляет:

- в осях Б-13 на отметке +3,200 (марка колонны С-КВ1- 16-57-3а) – 74%;
- в осях В-10 на отметке -1,500 (марка колонны С-КВ-24-75) – 1,4%;
- в осях Г-13 на отметке -1,500 (марка колонны С-КВ-24-75) – 81,8%;
- в осях А-5 на отметке – 1,500 (марка колонны С-КВ-24-75) – 66,4%.



Рис. 2 – Коррозия закладных деталей

Учитывая запас несущей способности наиболее нагруженных колонн, (всего 1,4%), расположенных на уровне подвального и 1-го этажа в осях Б-В/2-12 (рис. 3), дополнительное их нагружение (выполнение надстройки 4-го этажа) не допускается без предварительных мероприятий по увеличению несущей способности колонн [1].

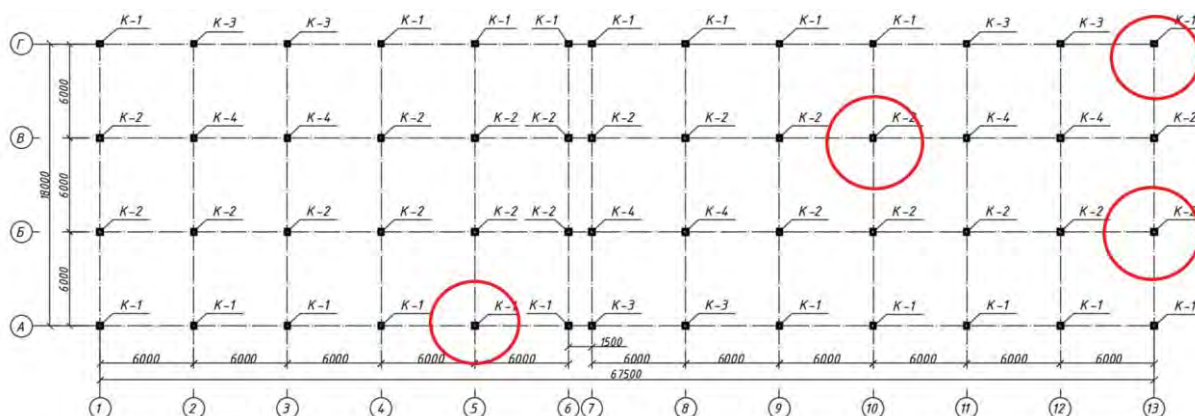


Рис. 3. Схема расположения колонн

Было рассмотрено несколько методов усиления железобетонной колонны:

- усиление железобетонными обоймами;
- усиление металлическими обоймами;
- усиление колонн наращиванием;

- усиление металлическими распорками.
- усиление углеволокном.

Усиление железобетонной обоймой, как и метод наращивания, были исключены в виду того, что их применение приведет к сокращению полезной площади. К тому же эти способы технологически затратные и продолжительны во времени.

Метод усиления углеволокном так же был исключён, так как он не может обеспечить равномерного перераспределения нагрузки на центрально сжатую колонну. К тому же усиление углеволокном наиболее эффективно на изгибаемых элементах.

В результате был выбран способ усиления колонны, путем ее заключения в металлическую обойму. Главной особенностью обойм является охват усиливаемого элемента с 4-х сторон, с передачей части нагрузки на металлическую обойму. Такой метод обладает достаточно высокой несущей способностью. Также данный метод позволит сохранить технологические габариты рассматриваемой колонны с наименьшими потерями полезной площади помещения [2].

В процессе проектирования была принята следующая конструктивная схема (рис. 4). На чертеже представлена усиливаемая колонна с сечением 300x300 мм., по граням этой колонны установлены 4 угловых профиля, к профилям привариваются соединительные планки, наверху и внизу установлены опорные части. Пояса соединительных элементов необходимо выполнить предварительно напряженными для того чтобы, усиление обоймой значительно возросло. Это осуществляется в следующей последовательности [2]:

- соединительные планки каждого из поясов устанавливаются на одном уровне и приваривают одной стороной к стойкам;
- затем приступают к замыканию среднего по высоте колонны пояса, для чего нагревают соединительные планки двух противоположных граней до температуры 100°C, и приваривают к стойкам в нагретом состоянии.

Аналогично поступают с планками смежных граней. Таким же образом замыкают остальные пояса обоймы.

Торцы металлических стоек включают в совместную работу с железобетоном с помощью специального натяжного узла. Натяжной узел состоит из: 6 - металлического винта, 7 – столика, 8 – гайки, 9 – упорного элемента и 10 - прокладки.

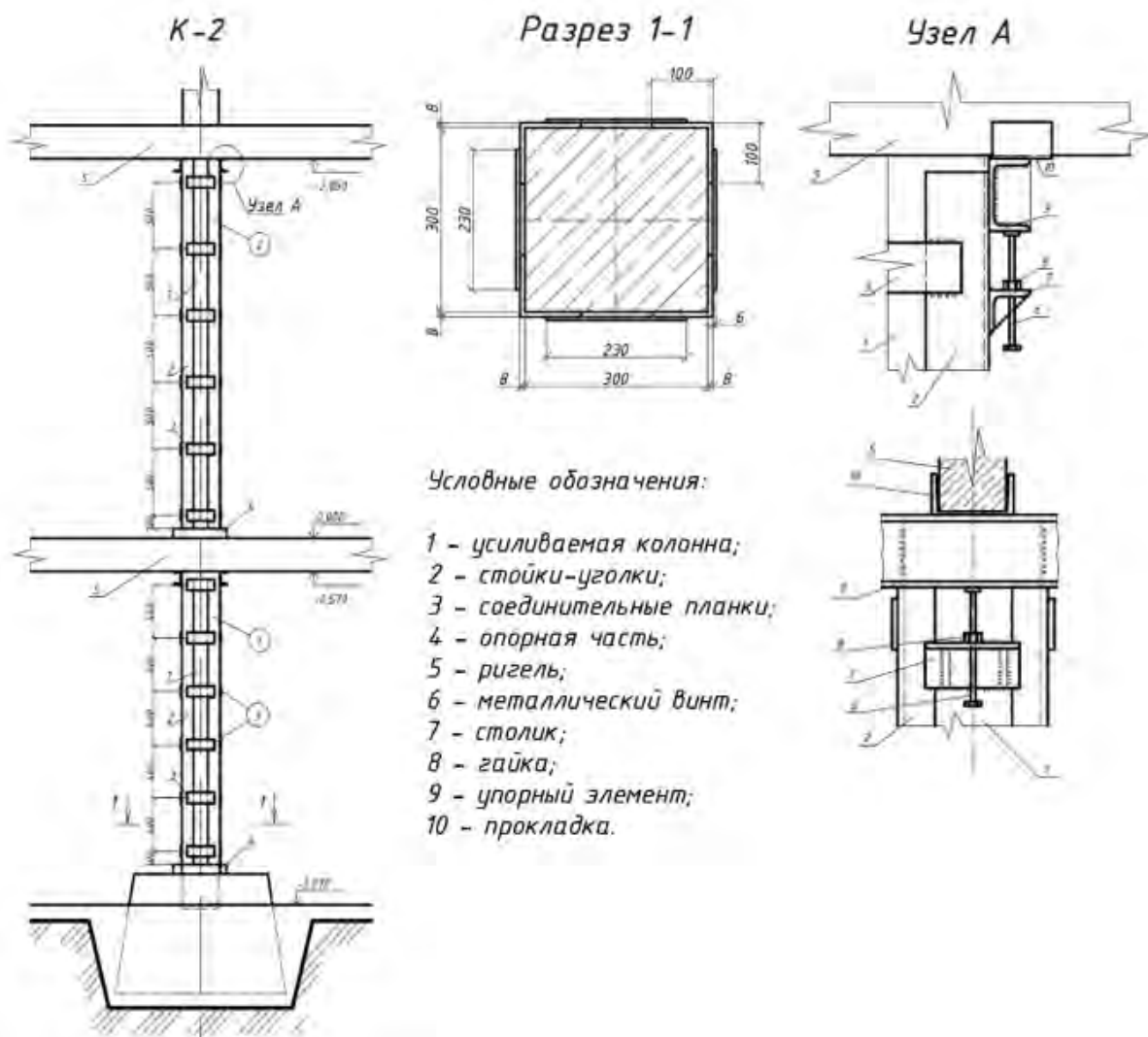


Рис. 4. Проект усиления железобетонной колонны металлической обоймой

Вывод: таким образом, для выполнения проекта усиления административного здания ООО УК Колмар, был выполнен расчет несущей способности колонн, по результатам которых был сделан вывод о том, что необходимо увеличение их несущей способности. Был выбран самый рациональный метод усиления колонн – заключение в металлическую обойму, обладающий достаточно высокой несущей способностью, и который позволит сохранить полезную площадь помещения, спроектировано конструктивное исполнение.

Список литературы:

1. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изменением N 1)
2. Рекомендации по проектированию усиления железобетонных конструкций зданий и сооружений реконструируемых предприятий надземные конструкции и сооружения. Москва, Стройиздат, 1992
3. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 (с Изменениями N 1, 2, 3)
4. СП 70.13330.2012. Свод правил. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87

5. СП 52-101-2003 Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры

6. СП 52-102-2004 Предварительно напряженные железобетонные конструкции

Наземное лазерное сканирование 9-ти этажного жилого дома 202 микр. г. Якутск

*Дмитриев Д. Д., магистрант,
Северо-Восточный Федеральный университет,
г. Якутск
E-mail: 3d070197@mail.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент Сыроватский А. А.*

Развитие цифровых технологий позволило значительно сократить влияние человеческого фактора на время и качество выполняемой работы.

В частности, обновление геодезических и фотограмметрических технологий стало причиной появления новых приборов для сбора пространственной информации о местности - систем наземной лазерной локации (наземных лазерных сканеров).

Сущность наземного лазерного сканирования в измерении с высокой скоростью расстояний от сканера до точек объекта и регистрации соответствующих направлений (вертикальных и горизонтальных углов), работа на данном приборе аналогична, как и при работе с электронными тахеометрами [1].

Суть технологии заключается в получении пространственных координат точек поверхности объекта сканирования, которые именуются облаками точек.

Отсутствие чертежей, сложная конфигурация здания, труднодоступность замеров, все это делает данную технологию не заменимой при реконструкции гражданских и промышленных зданий и сооружений.

Сканирование объекта производилось с помощью наземного лазерного сканера Топкон GLS-1000. Простота в управлении позволяет быстро освоить данный прибор. Автономность сканера дает исполнителю мобильность, что позволяет производить сканирование с труднодоступных мест.

Используя лазерный сканер на строительных площадках, можно решать такие задачи, как выполнение исполнительных съемок объекта строительства, мониторинг, создание обмерочных чертежей для монтажа навесных фасадов, выполнение проектирования и благоустройства в 3D [2].

Обработка данных производится программном обеспечении ScanMaster. Программа дает возможность управлять сканером во время сканирования, регистрировать облака точек, также позволяет импортировать данные в разные форматы [3].

В зависимости от поставленной задачи результаты обработки точечной модели можно представить, как в 2D, так и в трёхмерном виде, в формате AutoCAD либо других САПР-продуктах [1].

В качестве объекта сканирования был выбран 9-ти этажный жилой дом, 19-ый корпус 202 микрорайона г. Якутск (рис. 1). Сканирование производилось осенью 2018

года. Для получения полной пространственной модели здания было задействовано 5 станций сканирования. Привязка станций происходила благодаря специальным магнитным привязочным маркам. Продолжительность работы с шагом 0,5 см по времени заняло 6,5 часов.



Рис.1 Пространственная модель 19-го корпуса 202 микр. г. Якутск

После обработки полученных данных, в результате, получили пространственное облако точек. По данной модели видно, что размеры и положение здания сильно отличаются от проектных. Особенно это заметно по торцевой части здания (рис.2).

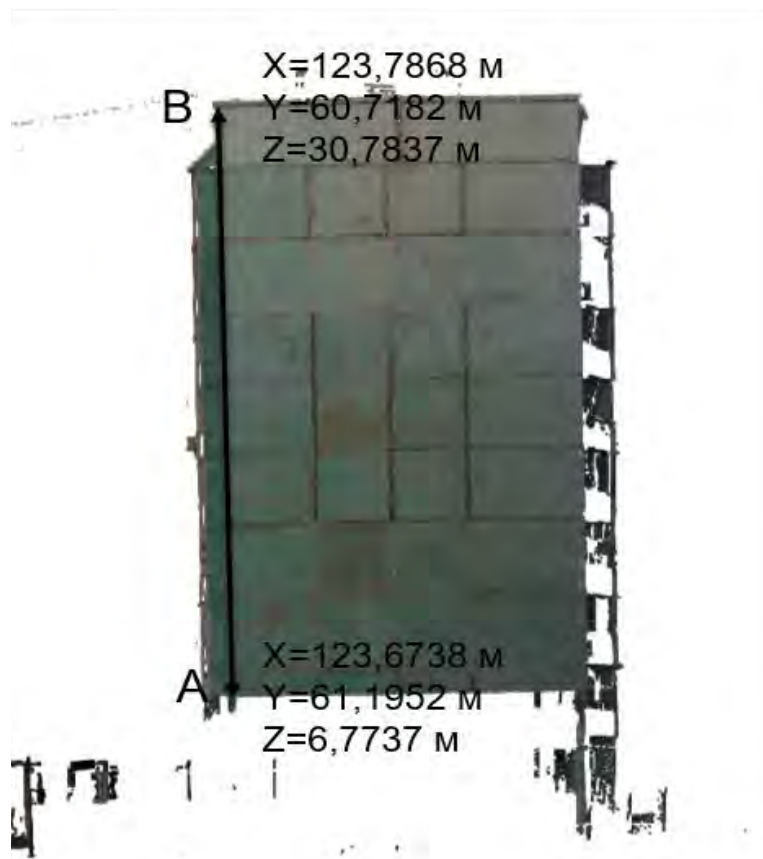


Рис.2 Торцевая часть здания

Определив координаты видимого нижнего и верхнего угла здания, затем найдя их разность, находим отклонения по горизонтали 113 мм и 477 мм.

Длина отрезка А-В: 24,015 м (8 этажей). Горизонтальная проекция отрезка А-В равна: 490.2 мм. Таким образом, можно предположить, что горизонтальная проекция на все здание, равна 608,7 мм., при высоте здания: 29,820 м.

Величина крена здания 60,87 см является недопустимой по нормам [4].

Исходя из этого, необходимо дальнейшее изучение объекта на наличие осадков и деформаций.

Список литературы:

1. Середович В.А., Комиссаров А.В., Комиссаров Д.В., Широкова Т.А. Наземное лазерное сканирование. Монография. – Новосибирск: СГГА, 2009. –С 13.
2. Трембач Д. А., Снимщиков Л. В., Кравченко Э. В. Применение наземного лазерного сканирования для реконструкции городских зданий / Сб. трудов IV Открытой международной молодежной научно-практической конференции «Молодая наука-2013». –Краснодар: ТГТ, 2013. –С. 255-256.
3. Дмитриев Д. Д., Картоев Р. Б. Исследования возможностей лазерного сканера Topcon GLS-1000 / Сб. материалов общеуниверситетской конференции научной молодежи СВФУ «Аммосов -2017». -Якутск: СВФУ, 2017. -С. 493-495.
4. СП 70.13330.2012. Свод правил. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87

Хронометраж за процессом монтажа и демонтажа опалубки перекрытия монолитно-каркасного здания в зимних условиях

*Егоров Т.Т., магистрант,
Северо-Восточный федеральный университет,
Инженерно-технический институт,
г. Якутск
E-mail: egorov.timofei96@gmail.com*

*Научный руководитель:
доцент, Сыроватский А.А.*

Аннотация

В статье рассмотрены проблемы возведения монолитно-каркасных зданий в зимних условиях. Анализ производства бетонных работ в зимнее время показал, что для организации работ по бетонированию монолитных перекрытий, в зимних условиях, основной проблемой является несовершенство конструкции опалубки. Выполнены натурные наблюдения за процессом монтажа и демонтажа опалубки перекрытия в монолитно-каркасном здании. Установлено, что фактические трудозатраты на опалубочные работы в 1,9 раз выше нормы. Предложено усовершенствовать конструкцию опалубок, для устройства монолитных перекрытий, в зимнее время.

В последние годы в условиях Якутии, как и в других регионах страны, широко стали возводиться многоэтажные здания с монолитными каркасами. Продолжительность возведения монолитного каркаса, как ведущий процесс возведения, определяет продолжительность строительства здания. Как известно, в условиях Центральной Якутии почти 80% годового времени является зимним, по отношению к производству бетонных работ [1, стр.36]. Согласно [2, стр.77] коэффициент термического сопротивления опалубки должен быть не более $3,6 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^\circ\text{C}$. Анализ опыта строительства монолитных, каркасных, многоэтажных зданий, в г. Якутск, показывает, что строительные организации применяют мелко и крупнощитовые опалубки из бакалезированной фанеры толщиной 21мм, термическое сопротивление которых составляет $6,1 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^\circ\text{C}$. Таким образом, при ведении бетонирования каркаса, в зимнее время, требуется дополнительное утепление опалубок, особенно это сложно делать для плоскостных конструкций, к которым относится перекрытие.

Следовательно, одной из актуальных проблем возведения монолитно-каркасных зданий является совершенствование конструкции опалубки и технологических процессов монтажа и демонтажа опалубки перекрытия, возводимого в зимнее время.

Целью работы, на данном этапе, является изучение особенностей технологических процессов устройства монтажа и демонтажа щитовой опалубки, для устройства перекрытия многоэтажного здания, путем натурального наблюдения на строительной площадке г. Якутск.



Рис. 1 9-этажная, теплая, многоуровневая автостоянка

В качестве объекта была выбрана «9-этажная, теплая, многоуровневая автостоянка» в 68 квартале города Якутска, по адресу Автодорожная 13. Здание имеет размер по осям 108,990x46,220 м., высота этажа 3 м. Здание монолитно-каркасное, перекрытие безбалочное толщиной 220 мм.

На объекте, с 06 по 21 февраля 2018 года, выполнен хронометраж выполнения работ по монтажу и демонтажу опалубок. Наблюдение велось на захватке ПМ-45 (36 x 21м), площадь плиты $S = 728 \text{ м}^2$, на отметке +28.880м м. Полученные результаты и расчетные данные по нормативу представлены в таблице 2.



Рис. 2 Установка стоек с треногами

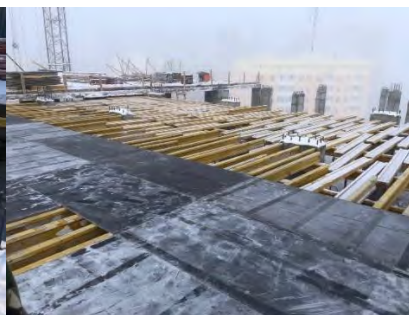


Рис. 3 Раскладка палубы

Таблица 1

Результаты хронометража и расчетные данные по нормативу

1. Монтаж опалубки, $S=728 \text{ м}^2$					
№	Наименование работ	Фактические операции хронометража		Расчетные нормы времени	
		Кол-во рабочих	Продолжительность выполнения	Кол-во рабочих	Продолжительность выполнения
1.1	Очистка поверхности плиты от снега	5	16,8 чел.-ч	11	6,8 чел.-ч
2.1	Установка стоек с треногами	5	167,8 чел.-ч	11	81 чел.-ч
3.1	Укладка фанерных листов и выравнивание щелей	5	342,6 чел.-ч	11	181,7 чел.-ч
4.1	Очистка и смазка палубы	5	49,2 чел.-ч	11	26,7 чел.-ч
	Сумма	5	576,4 чел.-ч	11	296,2 чел.-ч

2. Демонтаж опалубки, S=728 м ²					
		Фактические операции хронометража		Расчетные нормы времени	
№	Наименование работ	Кол-во рабочих	Продолжительность выполнения	Кол-во рабочих	Продолжительность выполнения
1.2	Демонтаж стоек с треногами и балками	5	125,6 чел.-ч	11	72,9 чел.-ч
2.2	Демонтаж опалубки перекрытия	5	78,96 чел.-ч	11	40,2 чел.-ч
	Сумма	5	204,5 чел.-ч	11	113,1 чел.-ч
	Общая сумма	5	780,9 чел.-ч	11	409,3 чел.-ч

Данные таблицы 1 показывают, что фактические трудозатраты на опалубочные работы 1,9 раз выше, чем установлено нормативом (расчетные значения). Это указывает на необходимость разработки новой конструкции опалубки, с целью уменьшения трудозатрат на опалубочные работы.

Заключение

На основе изучения опыта возведения монолитно-каркасного домостроения и натурального наблюдения технологического процесса монтажа и демонтажа щитовой опалубки, при устройстве монолитного перекрытия, можно сделать следующий вывод:

- для устройства монолитного перекрытия, в зимних условиях, необходимо усовершенствовать конструкции опалубки для бетонирования плит перекрытия, не только с целью их утепления с нижней части, с требуемым термическим сопротивлением, но и уменьшения времени, и трудозатрат на их установки и демонтаж.

Список литературы:

1. Федорова Г.Д. Производство бетонных работ в зимних условиях Севера // Промышленное гражданское строительство, №4, 2010, с. 36-37.
2. ТСН 12-336-2007 РС(Я) Производство бетонных работ при отрицательных температурах среды, на территории Республики Саха (Якутия). – Якутск: ГУ «Издательский дом «Ил Тумэн», 2007. – 77с.

Проведение сравнительного анализа свойств материалов для изготовления сигнальных столбиков для автомобильных дорог, в условиях криолитозоны

*Едисеев О.С., ассистент,
кафедра «Автомобильные дороги и аэродромы»
Северо – Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,
г. Якутск*

Аннотация:

В данной работе представлены результаты проведенного лабораторного сравнительного анализа свойств железобетонных и пластиковых сигнальных столбиков. Определены преимущества одних элементов обустройства автомобильной дороги над другими.

Ключевые слова: сигнальный столбик, железобетон, пластик, распределительная арматура.

В современных условиях роста автомобилизации, интенсивности и скоростей движения, значительно возрастает степень влияния дорожно-транспортного комплекса в организации безопасных условий для всех участников движения на автомобильных дорогах. Особое внимание, на наш взгляд, необходимо уделить обустройству автомобильной дороги, как комплексу дорожных сооружений, устройств и элементов обстановки дороги, предназначенному для обеспечения нормальной работы дорожной службы и безопасного, и удобного движения по дороге.

Проблемой данного исследования являются ежегодные затраты на эксплуатационное содержание существующих сигнальных столбиков. Нами предлагается установить новые и заменить деформированные столбики в количестве 2000 штук на сумму 1 200 000 рублей, сигнальные столбики гибкие типа СЗ. Учитывая такие затраты, актуальным становится вопрос увеличения срока эксплуатации столбиков за счет использования других модифицированных материалов по их изготовлению.

Цель исследования: на основе проведения эксперимента предложить оптимальный материал по изготовлению сигнальных столбиков, в условиях низких отрицательных температур, в условиях Дальнего Востока.

Нами было принято решение выполнить сравнительные испытания для двух типов сигнальных столбиков.

На рис. 1 – показаны образцы железобетонного и пластикового (так называемого «гибкого») сигнальных столбиков. Железобетонные столбики изготавливают из бетона, марки не ниже М400 (F300), по ГОСТ 26633. Армирование корпуса столбика осуществляют распределительной арматурой с диаметром прутков (4-6) мм.[1]



Рис.1 Образцы столбиков для испытаний

Конструкция пластиковых сигнальных столбиков типа СЗ, должна обеспечивать его возвращение в вертикальное положение, после наезда на него транспортного средства.

Возвращение столбика в вертикальное положение обеспечивают за счет применения гибкой конструкции корпуса столбика, вставки из гибкого материала между корпусом столбика и удерживающим устройством или удерживающей пружины, размещенной внутри корпуса столбика. При изготовлении столбиков из полимерных материалов используют модифицированные полимеры, обладающие повышенной ударной вязкостью.

Конструкция корпуса столбика должна обеспечивать его сохранность при выполнении работ по его содержанию (механизированная мойка корпуса, замена световозвращателей и т.п.). Корпус столбика следует изготавливать из материалов белого цвета или окрашивать в белый цвет. На корпусе столбика должна быть нанесена вертикальная разметка по ГОСТ Р 51256 [1].

Исследовалась способность двух типов материалов, из которых изготовлены колонки, по выдержке одинаковой циклической нагрузки на прочность, контролировалось проявление необратимых деформаций на их корпусе. При исследовании прочности образцов на изгиб, принято считать, что потеря несущей способности возникает вследствие разрыва материала в нижней части образца.

Испытания образцов на прочность по разрушению, осуществлялось с помощью универсальной машины для испытаний УМ-5 ($F_{max} = 5 \text{ тн.}$), со скоростью перемещения нагружающего узла от 2 до 10 мм / мин.; количество образцов для испытания - не менее 10 (для возможности проведения статистической обработки) [2]. Схема нагрузки: балочка на двух опорах ($l = 90 \text{ см}$) с предоставлением нагрузки по середине пролета, рис. 2.



Рис. 2. Подготовка к испытанию образцов

Результаты испытания образцов по разрушающей нагрузке F_r отражено в табл. 1. Предел прочности σ_b , отражены в табл. 2. Преимущества одного образца над вторым показано на графике, рис. 3. Сравнительная оценка влияния материалов конструкции образцов на прочность осуществлялась результатами определения величины предела прочности σ_b , момент максимальной представленной нагрузки изображено на рис. 4.

Таблица 1

Результаты испытания образцов

Тип образца	Разрушающая нагрузка F_r (кгс)									
	Железобетонный столбик	110	115	145	130	140	125	135	120	155
Пластиковый столбик	130	140	135	150	145	165	155	160	165	150

Определение предела прочности σ_B

Тип образца	Предел прочности σ_B (кгс / см ²)									
	Железобетонный столбик	110	115	145	130	140	125	135	120	155
Пластиковый столбик	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание. На пластиковом столбике разрушающих нагрузок не выявлено

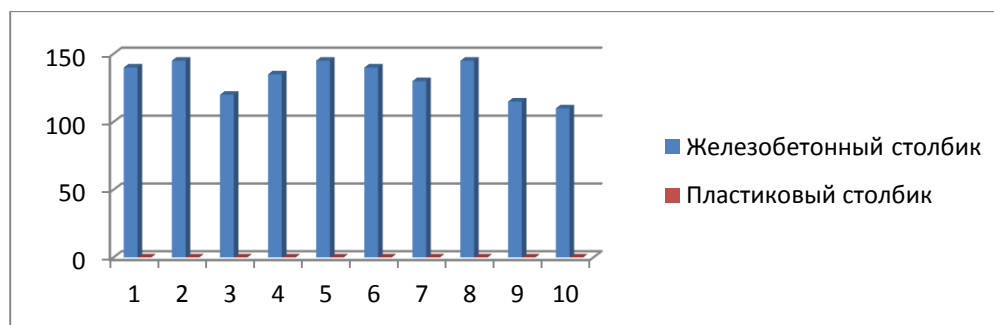


Рис.3. Результаты испытания образцов

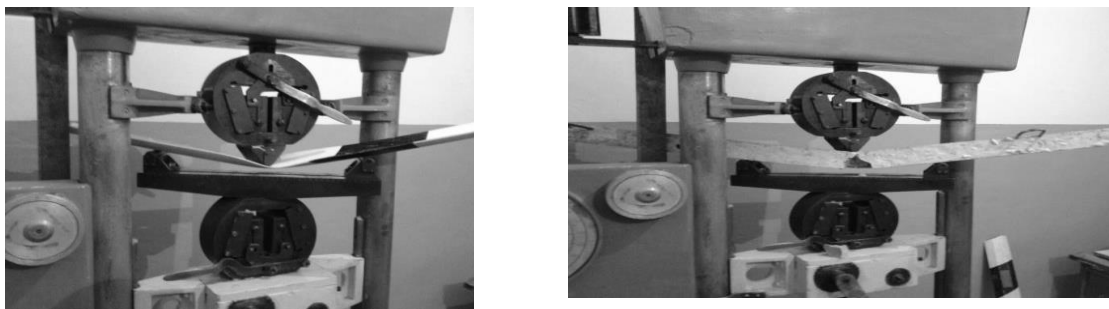


Рис 4. Момент максимальной приложенной разрушающей нагрузки

Выводы:

Результатами исследовательской работы доказано, что пластиковый сигнальный столбик имеет несомненное преимущество над железобетонным; его использование в условиях агрессивной среды автомобильной дороги и достоверности повторного использования, после наезда транспорта, выглядит экономически более целесообразным.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 50970-2011. Технические средства организации дорожного движения. Столбики сигнальные дорожные. Общие технические требования. Правила применения.
2. ГОСТ 13837-79. Динамометры общего назначения. Технические условия. – М.: Госкомитет по стандартам, 1979.
3. ГОСТ 427-75. Линейки измерительные металлические. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2005.

Профессиональное обучение водителей транспортных средств отдельных категорий из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья

*Кардашевская В.Г., студент,
Северо-Восточный Федеральный университет,
г. Якутск
vgkrdshvsk.mail.ru*

*Научный руководитель:
Ст. преподаватель, Заровняева В.И.*

Аннотация: Лица с ограниченными возможностями здоровья составляют 5,4% населения Республики Саха (Якутия), и с каждым годом их число растет. Так, результаты проведенных опросов свидетельствуют о наличии спроса, со стороны данной категории лиц, на обучение вождению автомобиля с ручным управлением и оборудованным акустической парковочной системой, социальную востребованность и экономическую эффективность данной услуги. Между тем автошколы, функционирующие в г. Якутске, не ориентированы на оказание подобных услуг, так как не имеют специального учебного оборудования и освоенных методик. Проанализировав положение, по обучению курсантов, с ограниченными возможностями здоровья, в автошколах г. Якутска, мы предлагаем решение этой проблемы. Обучение вождению автомобиля, для представителей данной социальной группы, существенно повысит их профессиональную и социальную мобильность.

Ключевые слова: Ограниченные возможности здоровья, социальная адаптация, автошкола, подготовка водителей, инклюзивное образование.

Цель исследования: повышение мобильности лиц, с ограниченными возможностями здоровья, путем расширения доступа к профессионально образовательным услугам.

Гипотеза: Лица с ограниченными возможностями здоровья могут быть полноправными участниками дорожного движения, если при наличии медицинских показаний пройдут откорректированный курс обучения в автошколах, на транспортных средствах, конструкция которых отвечает соответственным медицинским предписаниям, освоят психо-коррекционную программу, отработают под руководством инструкторов специальные навыки вождения, для адаптации к реальным условиям дорожного движения.

В 2013 году, во Владивостоке, состоялось открытие автошколы для лиц с ограниченными возможностями здоровья, которая является первой и единственной автошколой с таким направлением в Дальнем Востоке. А в нашей Республике, к сожалению, нет специальных автошкол для лиц с ограниченными возможностями здоровья.

По статистическим данным Государственного учреждения регионального отделения Фонда социального страхования РФ по РС(Я), всего зарегистрировано 52.135 лиц с ограниченными возможностями здоровья из 967.522 жителей республики, что составляет 5,38%. Провели два социологических опроса:

1. Анкетирование лиц с ограниченными возможностями здоровья, на базе ГКУ РС(Я) «Управление социальной защиты населения и труда г. Якутска, при Министерстве

труда и социального развития РС(Я)» и выявили востребованность в предоставлении образовательных услуг автошколами, для получения прав категории «В». В опросе участвовало 86 человек с ограниченными возможностями здоровья, из них 35 женщин и 51 мужчин. Опрос показал, что 64 человека хотят обучиться и получить водительские права, что составляет 74%. Трое из 86 имеют свои водительские права, а оставшиеся 19 воздержались от ответа.

2. Телефонное интервью среди автошкол г. Якутска. Всего в опросе участвовало 16 автошкол, из них обучают лиц с ограниченными возможностями здоровья - 3 автошколы; автошколы имеющие условия и специальную оборудованную машину - одна. Это автошкола Автодорожного техникума, которая является единственной, где обучаются маломобильные граждане, с разными нарушениями опорно-двигательного аппарата. Лица с ограниченными возможностями здоровья занимаются в ней в общих группах. Практические занятия проходят на автомобиле, оборудованном адаптивным ручным управлением для тормоза и газа «Лада-гранта».

Профессиональное обучение водителей транспортных средств, из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья, является одним из задач нашей республики, и нашей страны. Они остро нуждаются в специальных условиях, и в специальных мерах государственной поддержки, при этом некоторые являются трудоспособными гражданами, стремящимися к социально-активной и максимально независимой жизни, самореализации, которую воплотить в жизнь очень трудно, и удастся далеко не всем.

Одним из возможных решений проблемы мобильности лиц, с ограниченными возможностями здоровья, мог бы стать личный автотранспорт. Здесь мы сталкиваемся с тремя основными проблемами:

1. Доступность и возможность обучения лиц, с ограниченными возможностями здоровья, к вождению;
2. Психологические проблемы лиц с ограниченными возможностями здоровья, препятствующие их обучению и адекватному поведению на дорогах.
3. Приобретение личного транспортного средства лицам с ограниченными физическими возможностями.

Для решения 1 и 2 проблем, автошколы осуществляющие обучение, должны создавать специальные условия для обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья, в соответствии с частью 10 статьи 79 Федерального закона № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», на основании правил разработки примерных программ профессионального обучения водителей транспортных средств соответствующих категорий и подкатегорий, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 1 ноября 2013 г. профессиональными образовательными организациями и образовательными организациями высшего образования, а также организациями, осуществляющими образовательную деятельность по основным программам профессионального обучения, должны быть созданы специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья. Согласно части 8 статьи 79 Федерального закона № 273-ФЗ, профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся. Согласно Примерным программам, лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется возможность на обучение к вождению.

Вместе с тем, согласно пункту 1 статьи 26 Федерального закона № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения» от 29 декабря 2012г. к сдаче экзаменов, что является допуском к профессии, допускаются лишь лица, имеющие медицинское заключение об отсутствии противопоказаний к управлению транспортными средствами.

Социальная и психологическая адаптация лиц, с ограниченными возможностями здоровья, к условиям жизни в обществе, является одной из основных проблем в нашей республике. Люди, с ограниченными возможностями здоровья, имеют право для обучения во всех категориях и подкатегориях транспортных средств, но допуск к вождению транспортных средств определяется после результатов медицинского обследования (контроль).

Как показывает практика, человеку с ограниченными возможностями здоровья, свойственно принимать окружающий мир по другому - представление об отношении к себе и окружающему миру в целом. Поскольку психологическая защита является проблемой, и адаптация человека к жизни нарушается. К наиболее часто встречающимся деформациям нарушения адаптации относят: ярко выраженные апатии, отказе от ответственности за себя и других, беспомощности, снижении самооценки, отгороженность, привычка рассчитывать только на себя. Подобное эмоциональное самочувствие оказывает негативное влияние на душевное благополучие людей, с ограниченными возможностями здоровья, на их отношения с окружающими и усиливает социально-психологические и личностные конфликты. Понятно, что таким образом настроенный человек может представлять опасность на дороге, находясь за рулем автомобиля.

Поэтому для эффективного обеспечения обучения вождению лиц с ограниченными возможностями здоровья, необходимо увеличить объем курса и добавить еще специальную психо-коррекционную программу. Также с учетом опыта автошкол, реализующих программы обучения лиц с ограниченными физическими возможностями, необходимо увеличить количество часов по предмету «Основы управления транспортными средствами категории «В»», кроме того, в связи с этим необходимо увеличение часов на практические занятия по вождению. Таким образом, повышение эффективности обучения вождению для лиц с ограниченными физическими возможностями обеспечивается за счет реализации специальной психо-коррекционной программы и увеличения количества часов на получение и отработку специальных навыков вождения.

Следовательно, для оптимального педагогического сопровождения, при обучении вождению лиц с ограниченными возможностями здоровья необходимо еще оборудовать автошколы автомобилями с ручным управлением и оборудованным акустической парковочной системой. Приоритетным направлением автошкол, которые будут обучать начинающих водителей, а также лиц с ограниченными возможностями здоровья, к управлению транспортным средствам соответствующих категорий с ограничениями, обучение и прием экзамена должен осуществляться на транспортных средств, конструкция которых отвечает имеющимся медицинским предписаниям. В процессе обучения вождению, в условиях дорожного движения, лица с ограниченными возможностями здоровья, должны быть адаптированы к интенсивному движению на дорогах города и соблюдать правила, и безопасность движения после обучения в автошколе.

Вывод. Автошколы под разными, зачастую надуманными предлогами, отказываются принимать на учебу лиц с ограниченными возможностями здоровья. Причина: методически непроработанные образовательные программы, отсутствие коррекционных тренингов программ по нештатным ситуациям во время дорожного движения, необеспеченность учебным транспортом для лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Рекомендации:

1. Открыть программу обучения, для лиц с ограниченными физическими возможностями, допущенных по медицинским показаниям к управлению транспортным средствами, соответствующих категорий, с ограничениями в государственных бюджетных учреждениях города Якутска - УМЦ «Автошкола СВФУ» и автошколы ЯИПКа.

2. Создать имеющий специализированный автодром для обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья, с применением специальной образовательной программы, планшетов и плакатов, стендов, светофоров.

3. Инициировать перед Министерством транспорта РС(Я) и Министерством социальной защиты РС(Я), необходимость создания с банками специальной программы для лиц, с физическими возможностями, имеющими трудоустройство, для получения льготного кредита для приобретения специализированных машин.

4. Провести для инструкторов автошкол республиканские курсы переподготовки по обучению вождению лиц с ограниченными физическими возможностями, допущенных по медицинским показаниям к управлению транспортными средствами.

Список литературы:

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации (ред. от 06.03.2019 № 17-ФЗ)

2. Официальный сайт Всероссийское общество инвалидов URL <http://www.voi.ru/>

3. Ефремова Г.И., Ковалева М.А., Шмидт В.Р. «Подготовка водителей из числа лиц с ограниченными физическими возможностями». Учебно-методическое пособие для преподавателей, 2014 год.

4. Леонтьев Д.А., Александрова Л.А., Лебедева А.А. «Развитие личности и психологическая поддержка учащихся с ОВЗ в условиях инклюзивного профессионального образования», 2017 год.

5. Сальников А.А, Идобаева О.А. «Учимся водить уверенно». Учебное пособие для лиц с ограниченными физическими возможностями здоровья, обучающихся вождению, 2014 год.

Изучение пассажирских перевозок в г. Якутске

*Карпинский А.А. гр: АиАХ 16П,
Северо-Восточный федеральный университет,
г. Якутск
E-mail:sashakarpinskiy1995.ru*

*Научный руководитель:
доцент каф. ЭАТ и АС Петрова С.А.*

Городской, пассажирский, автомобильный транспорт является составной частью транспортной системы и обеспечивает ежедневную транспортную подвижность двум третям населения страны. Из существующих основных видов городского пассажирского транспорта, автобус является наиболее распространенным и доступным, а в нашем городе, автобус является единственным видом пассажирского транспорта.

В городе Якутске, с численностью населения 307 тыс. жителей, этим видом пассажирского транспорта ежедневно перевозится практически 120 тыс. пассажиров, т.е. 1/3 населения, пассажирооборот составляет 46,8 млн. чел. в год.

Согласно «Транспортной стратегии РС(Я) до 2025 г.» основной задачей общественного транспорта является обеспечение потребности населения в перевозках, при систематическом улучшении качества обслуживания пассажиров. Как отмечается в Стратегии, в настоящее время, на общественном транспорте накопилось много нерешенных проблем, которые могут стать тормозом в осуществлении планов и программ социально-экономического развития Республики Саха (Якутия) на долгосрочную перспективу:

- система правовых и экономических отношений, в области общественного пассажирского транспорта, на федеральном и региональном уровнях не упорядочена;
- изношенность автобусного парка муниципального сектора (около 90%);
- перегруженность транспортной системы городов, несоответствие маршрутных автобусов объемам пассажиропотоков, пропускной способности городских магистралей и требованиям технической эксплуатации;
- убыточность предприятий муниципального пассажирского автотранспорта, отягощенных инфраструктурой;
- отсутствие компенсации выпадающих доходов автотранспортных предприятий от перевозки льготной категории граждан из-за несовершенства законодательства.

По состоянию на ноябрь 2017 года пассажирские перевозки на территории городского округа осуществляют частники, организованные в НП «Союз-Авто» под патронажем отдела транспорта городской мэрии и муниципальное унитарное предприятие «ЯПАК». НП «Союз-Авто» занимается внутригородскими перевозками, тогда как «ЯПАК» загородными и имеется только один городской маршрут №9 и №7. Всего в Якутске существует 19 автобусных маршрутов, по которым ежедневно осуществляют движение порядка 420-450 автобусов, в большинстве случаев марки ПАЗ-3205. Автобусов большой вместимости, на городских линиях, крайне мало.

На первом этапе исследования, для изучения качества услуг, был проведен опрос пассажиров, основной контингент которых был представлен студентами СВФУ, а также

приняли участие служащие и пенсионеры. Анкетный опрос пассажиров производился на сайте «anketolog.ru». Всего было опрошено 50 человек.

Как видно из диаграммы 1, в общей структуре опрошенных, 46% человек это были студенты, 30% - пенсионеры и 24 % - служащие.

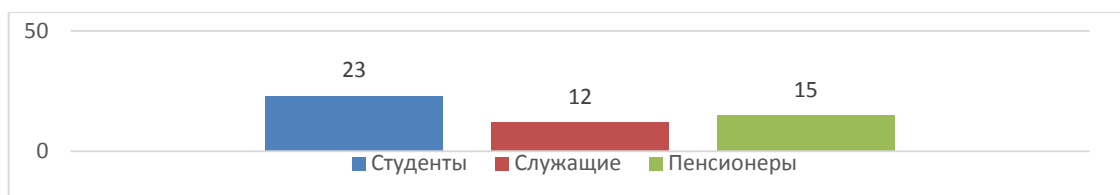


Рис.1. Структура опрошенных пассажиров

Рассматривая вопрос о частоте пользования общественным транспортом в г. Якутске, можно отметить, что большинство опрошенных пользуются общественным транспортом ежедневно – 44 %, так как он довольно востребован, что представлено на рисунке 2.

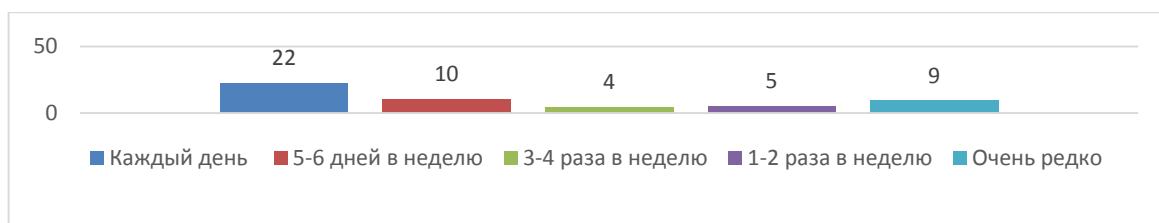


Рис.2. Частота пользования общественным транспортом

Регулярность движения имеет большое значение, как для пассажиров, так и для пассажирского автотранспортного предприятия и представляет собой один из наиболее важных качественных показателей работы автобусного транспорта. Анализ показал, что регулярность движения 40% пассажиров, в целом, оценивают «хорошо» и 34% пассажиров автобусов, оценивают на «удовлетворительно» (рис.3).

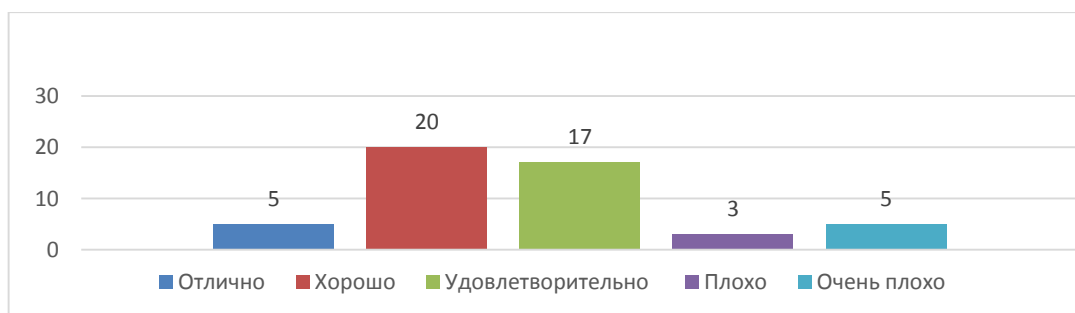


Рис.3. Результаты оценки регулярности движения автобусов

Рассматривая вопрос о надлежащем виде общественного транспорта, пассажиры все же не всегда довольны и внешним, и внутренним видом транспорта – 54 % и 46 %. (Рис.4,5)

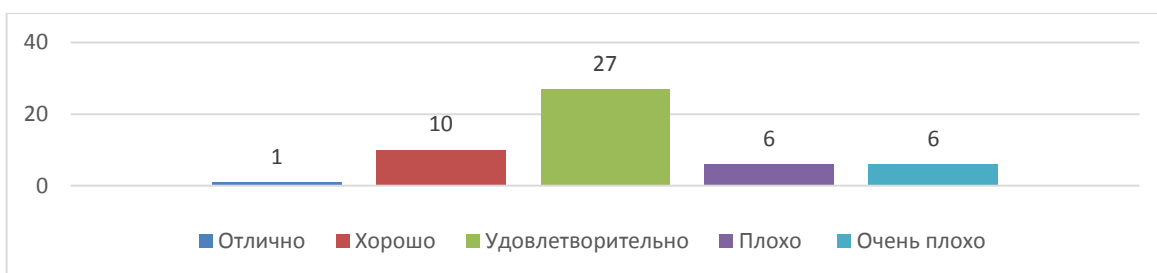


Рис.4. Результаты оценки внешнего вида общественного транспорта

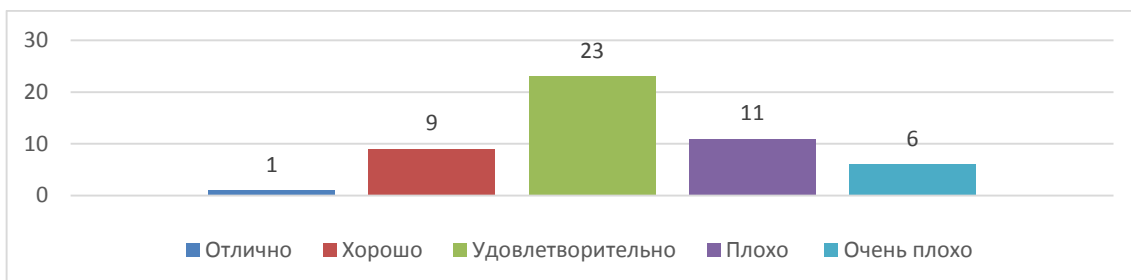


Рис.5. Результаты оценки внутреннего вида (комфортности) общественного транспорта

Отсутствие системы проветривания и отопления, испорченные сиденья, являются только малой частью проблем качества обслуживания. Основное недовольство у пассажиров вызывает отношение водителей к пассажирам, или культура обслуживания. Как видно из рис. 6, большинство респондентов отметили удовлетворительное отношение к себе в общественном транспорте – 43% и только 29 % оценили на «хорошо», 18 % опрошенных граждан сослались на неуважительное (хамское) отношение, меньше всего респондентов (4%) отметили дружелюбное отношение.

Это говорит о необходимости повышения качества при подборе кадров общественного транспорта и о том, что руководителям предприятий есть над чем работать с коллективом по устранению недостатков в работе.

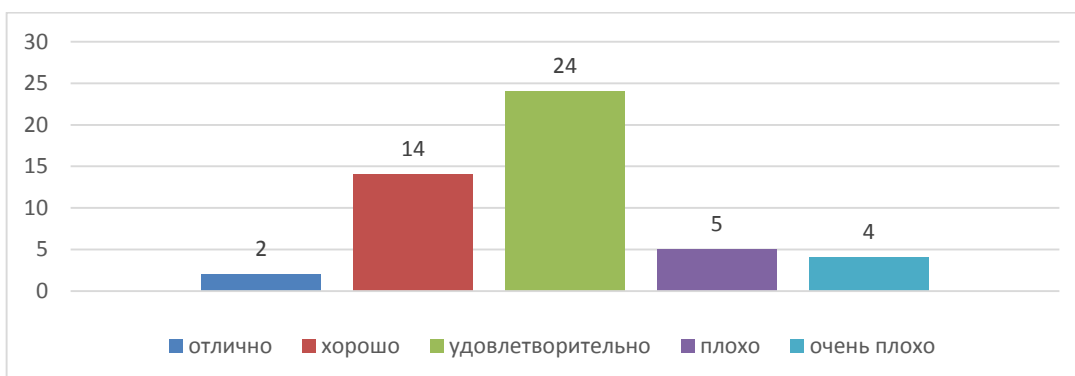


Рис.6. Результаты оценки работы водителей общественного транспорта (профессионализм и культура обслуживания)

Скорость движения автобусов является одним из основных критериев, характеризующих профессионализм водителей. Так, показатель скорости движения автобусов до назначенного места 42 % респондента оценивают довольно хорошо, 34 % - удовлетворительно и есть те, которые очень недовольны – 20%.

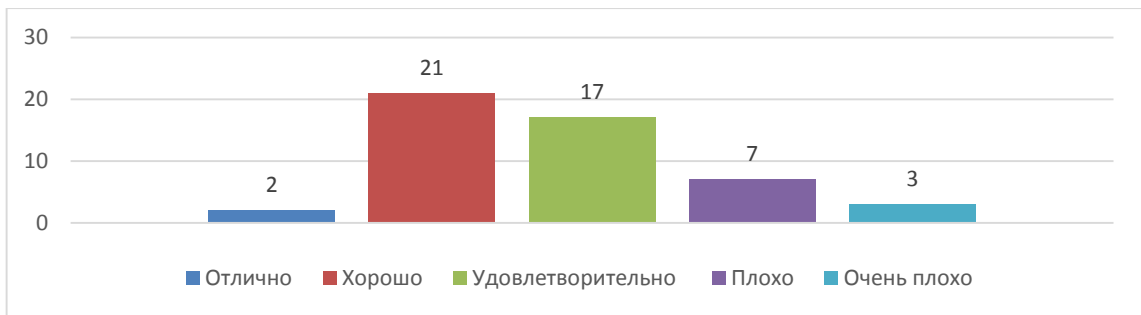
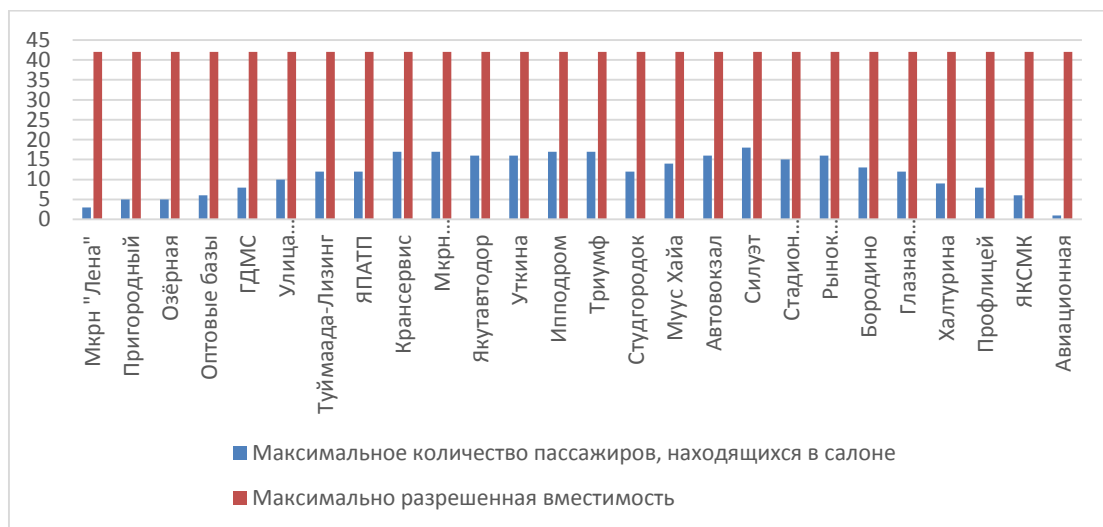


Рис.7. Результаты оценки скорости движения автобусов

Проведенный анкетный опрос показал, что чаще всего опрошенные пассажиры пользуются маршрутом №5. Исходя из этого, мы решили провести исследования по такому показателю как наполняемость салона автобуса, характеризующий об эффективности использования транспорта, и времени движения в будние дни, на данном маршруте, предприятия НП «Союз -Авто» и муниципального унитарного предприятия «ЯПАК» маршрута №9.

По итогам анализа на 5-м маршруте можно отметить, что в час пик салон автобуса загружается полностью, что показывает острую проблему комфорта. В межпиковое время загруженность салона тоже высокая, но тем не менее не превышает допустимых значений.



Заключение.

Для изучения и улучшения качества обслуживания пассажирских перевозок в г. Якутске необходимо:

1. Придерживаться графика движения и отрегулировать маршруты (исключить дублирование на остановках, например, маршрут №5);
2. Повысить информативность на всех остановках (номера маршрутов и т.д.);
3. Повысить требования к уровню отбора кадров, особенно обратить внимание на культуру обслуживания.
4. Оптимизировать количество подвижного состава. Чётко регулировать количество единиц транспорта на линии, в зависимости от насыщенности пассажиропотока, особенно в часы пик.

5. Увеличить автобусы большой вместимости на городских маршрутах
6. Сформировать гибкую тарифную систему, учитывающую интересы населения и операторов, а также обеспечивающую зависимость оплаты проезда от качества перевозок.

Список литературы:

1. Аршинова С.М. Городские пассажирские перевозки Текст.: учеб. пособие для вузов / С.М. Аршинова. Иркутск: изд-во ИрГУ, 2001. - 217 с.;
2. Вельможин А.В. и др. Эффективность городского пассажирского общественного транспорта/А.В. Вельможин, В.А. Гудков, А.В. Куликов, А.А. Сериков. -Волгоград, 2002. -246 с.;
3. Гудков В. А., Миротин А. Б., Вельможин А. В., Ширяев С. А. Пассажирские автомобильные перевозки / под ред. В. А. Гудкова - М.: Горячая линия - Телеком, 2004. - 448 с.;
4. Загорский И. О., Володькин П. П. Эффективность организации регулярных перевозок пассажирским автомобильным транспортом. -Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та, 2012. - 154 с.;
5. Спирин И.В. Перевозки пассажиров городским транспортом: справочное пособие/ И.В. Спирин. -М.: «Академкнига», 2006.- 413 с.;
6. Транспортная стратегия Республики Саха (Якутия);
7. <https://www.ronl.ru/uchebnyye-posobiya/logika/>;
8. <https://works.doklad.ru/view/>.

Эффективные теплоизоляционные материалы в условиях криолитозоны

*Непомнящий А.Н., студент,
Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К.Аммосова,
г. Нерюнгри
E-mail: arthur.ns@yandex.ru*

*Научный руководитель:
старший преподаватель Анисимов Н.А.*

Введение. Для создания комфортных условий проживания человека, очень важно сохранить необходимое количество теплоты в помещении. Из-за труднодоступности отдаленных поселков Крайнего Севера, в них довольно тяжело найти хороший теплоизоляционный материал, вследствие чего некоторые жители в качестве утеплителя часто используют снег. Из-за его малой теплопроводности, большой доступности и длительной зимы, он становится очень эффективным теплоизолятором. Утепление снегом является одним из самых простых видов утепления, которым пользовались еще в старину.

Целью работы является выявление эффективности снега как теплоизоляционного материала.

Теория и расчеты. Сам метод утепления очень прост, низ дома заваливают снегом, из-за чего холод не проникает через пол, а в помещении лучше сохраняется

тепло. Весной снег отгребают, чтобы деревянные стены не начали гнить. Таким способом утепляют сараи, бани, теплицы и сами жилые здания.

Расчет теплопотери ограждающих конструкций производится по формуле:

$$Q_{\text{отр}} = kF(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{в}})(1 - \Sigma\beta)n$$

Согласно этой формуле теплопотери здания напрямую зависят от коэффициента теплопередачи материала k [1].

Этот коэффициент у снега довольно мал, по сравнению с обычными строительными материалами, что позволяет его использовать как теплоизолятор (рис. 1).

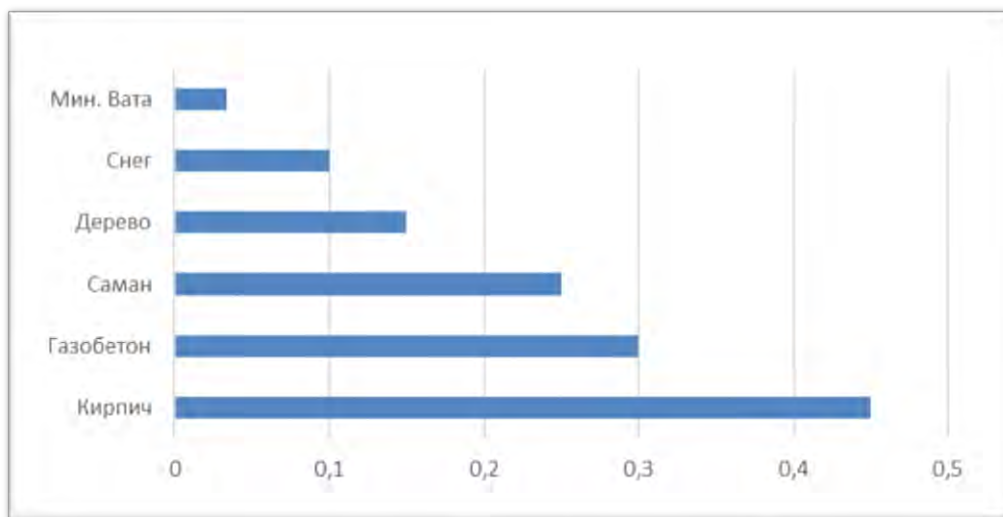


Рис. 1. Коэффициент теплопередачи материалов, Вт/(м²·°С)

Это объясняется тем, что снег почти полностью состоит из воздуха, который плохо проводит тепло [4]. Из этого следует, что свежеснеженный или разрыхленный снег является гораздо лучшим утеплителем, чем уплотненный.

В западных районах страны, дома утепляют снегом реже, из-за непродолжительной зимы, снег довольно быстро начинает таять. Однако, на территории Якутии годовая температура ниже и снег лежит дольше, что делает утепление им домов более эффективным.

Вывод. Люди утепляли дома снегом еще с древних времен, когда еще не было хороших теплоизоляционных материалов, однако даже в наше время такой вид утепления все еще является эффективным, особенно в условиях сурового климата нашей Республики.

Список литературы:

1. Тихомиров К.В., Сергеенко Э.С. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция: Учебник для вузов / К.В. Тихомиров, Э.С. Сергеенко. М.: Стройиздат, 1991. 480с.
2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.
3. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменениями N 1, 2).

4. Кузнецов П.Ю., Гриб Н.Н., Скоморошко Ю.Н. Горная теплофизика: учебное пособие – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018 – 126с

Применение системы малоэтажного строительства на основе пространственных каркасов в условиях Крайнего Севера

*Никифорова С.Н., магистрант,
Северо-Восточный федеральный университет,
г. Якутск
E-mail: danna_sama995@mail.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., Алексеенко А.Г.*

Обеспечение высоких темпов малоэтажного жилищного строительства, в Якутии, является на сегодняшний день одной из самых актуальных задач. Спрос и предложения на рынке привели к тому, что относительная доля ввода малоэтажного жилья увеличилась за последние 20 лет, более чем в 4 раза. По прогнозам Правительства РФ, доля малоэтажного строительства, в общем вводе жилья к 2020 году, должна составить не менее 70% [1].

На данный момент, в РС (Я), малоэтажное жилищное строительство представлено следующими конструктивными системами:

- деревянные (брусчатые, каркасные, панельные);
- крупнопанельные и монолитные здания из железобетона;
- крупно - и мелкоблочные системы из шлакобетона, керамзитобетона и т.д.;
- кирпичные;

и комбинированные, созданные за счет совместного использования вышеперечисленных систем.

В Якутии быстровозводимые малоэтажные здания, в основном, производят в металлическом каркасе и в деревянном варианте. По данным тепловизионных съемок, наибольшие потери тепла и несоответствие требуемым параметрам тепловой защиты, наблюдаются у жилых домов из деревянного бруса, деревянных каркасных домов, пенобетонных блоков. Из рассмотренных типов жилых домов одними из оптимальных, и отвечающих требованиям по тепловой защите зданий, являются дома из монолитного легкого бетона [2].

Из этих данных можно сделать вывод, что при недостаточной распространенности рассматриваемого метода строительства, теплотехнические характеристики его достаточно высоки. Можно предположить, что система малоэтажного строительства, на основе легкого монолитного железобетона, найдет отклик в индустрии малоэтажного строительства.

После обзора литературы, следующими задачами стали: анализ материалов конструкций и выполнение расчетов элементов конструкций на компьютерных комплексах.

Система малоэтажного строительства, на основе легкого монолитного железобетона, представляет собой армированные пространственные конструкции из

легкого монолитного бетона. Основу системы составляет быстросборный объемный арматурный каркас. Основное отличие объемного арматурного от традиционного заключается в том, что его собирают из элементов заводского изготовления. Применение таких элементов позволяет унифицировать процесс и обеспечить высокое качество изготовления каркаса стен, перекрытий и плит покрытия кровли.

Пространственный каркас состоит из сетчатой панели и двух видов легких и прочных балок-ферм.

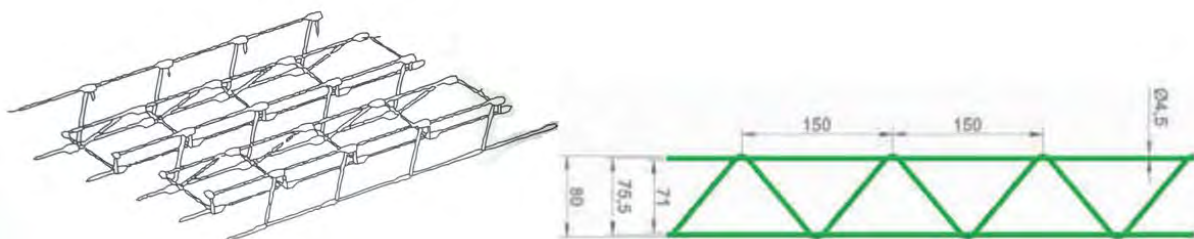


Рис. 1. Сетчатая панель и балка-ферма

При монтаже объемного каркаса панели формируют плоскости стен и перекрытий, а балки-фермы обеспечивают жесткость каркаса, а также передачу и распределение нагрузок в конструкции.

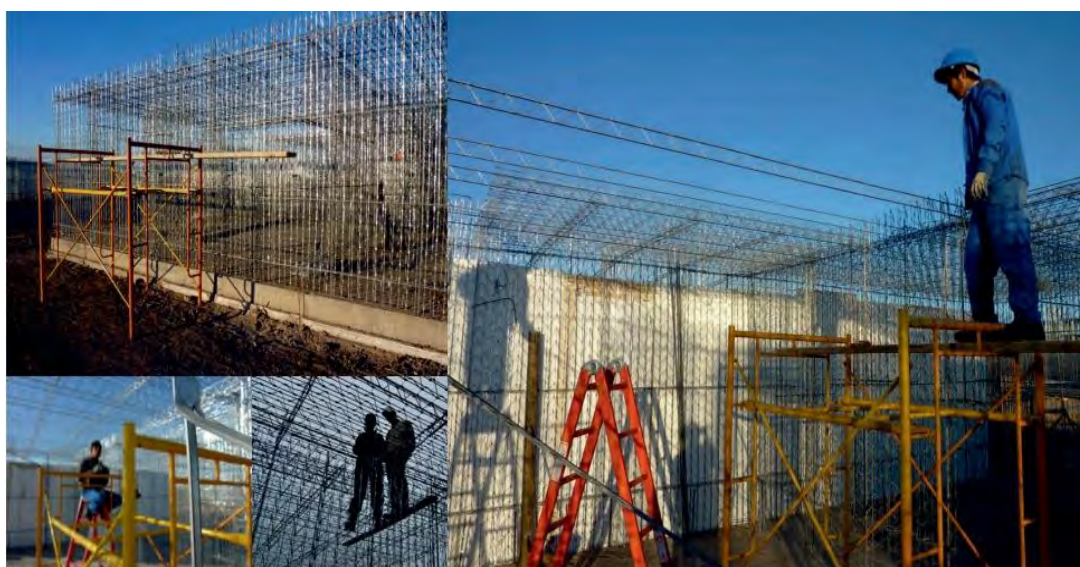


Рис. 2. Монтаж объемного каркаса

Обетонирование каркаса выполняют с помощью легкой бетонной смеси плотностью от 500 до 600 кг/м³. Укладка бетона ведется ярусами высотой 1-1,5 м, без применения опалубки, что позволяет значительно увеличить скорость работ. Наиболее распространенный вариант заполнения – полистирол бетон. Транспортировку смеси в конструкцию выполняют с помощью шнекового насоса и материальных шлангов.

Для расчета несущих конструкций каркаса было решено использовать программу ЛИРА-САПР 2013. В начале расчета были заданы место строительства, архитектурная форма и назначение рассчитываемого здания – одноэтажное, 2-пролетное жилое здание, с плитным фундаментом, в городе Якутске, с размерами 8x12м в осях. В качестве несущих элементов выступают наружные и внутренние стены, плита покрытия,

выполненные по технологии «Пространственные трехмерные арматурные каркасы». Несущие элементы выполнены из бетона класса В7,5, с применением арматуры класса А240. В качестве основания плитного фундамента служит песок. Выполнен сбор постоянных, снеговых и ветровых нагрузок по СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия».

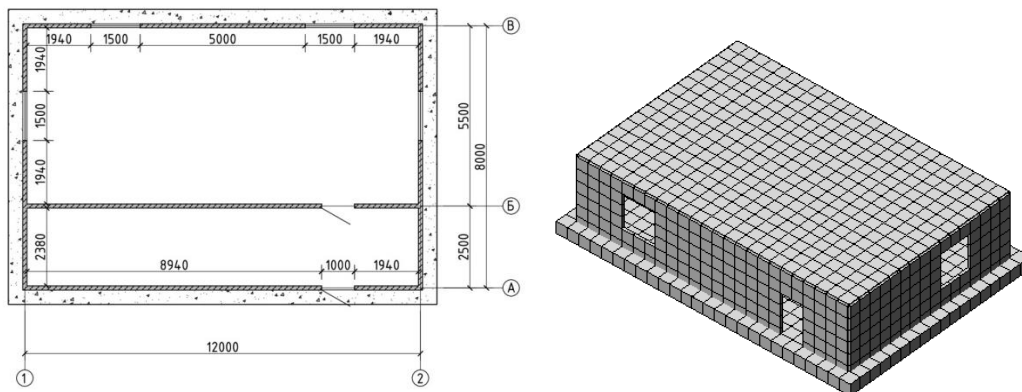


Рис. 3. План и пространственная модель здания

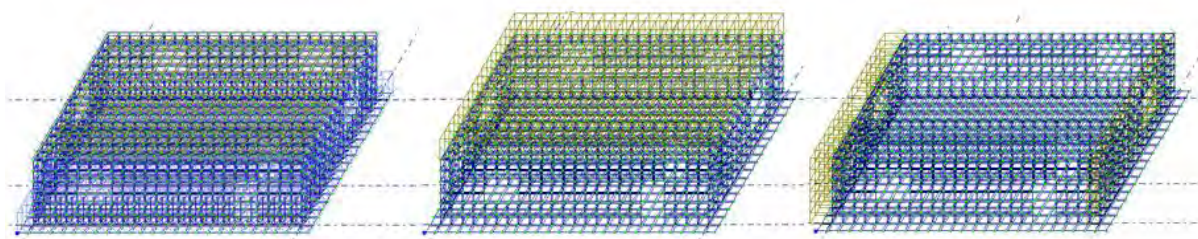


Рис. 4. Приложенные постоянные, снеговые и ветровые нагрузки, соответствующие месту строительства

Полученные варианты конструирования:

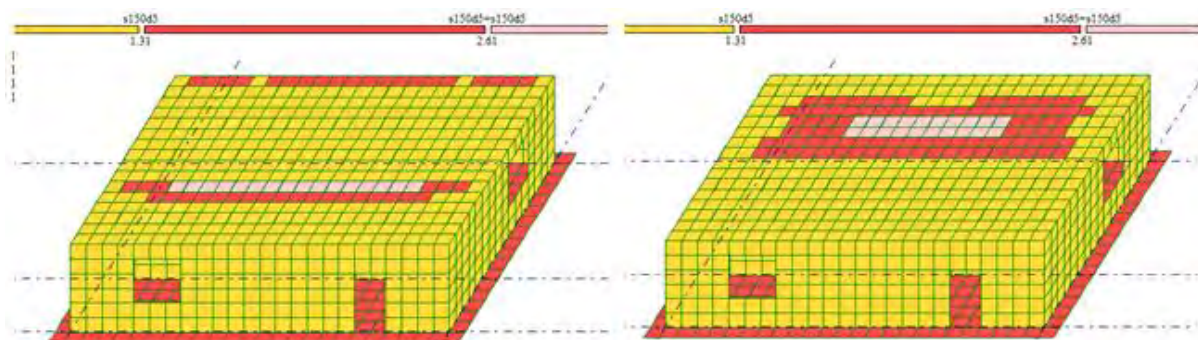


Рис. 5. Площадь арматуры на 1 м по оси X у верхней и нижней грани

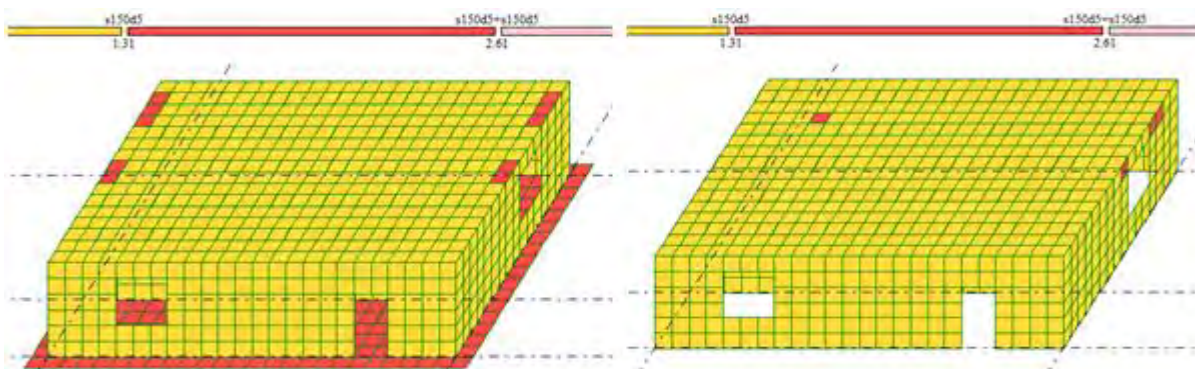


Рис. 6. Площадь арматуры на 1 пм по оси Y у верхней и нижней грани

Желтым цветом выделены те участки, где арматура диаметром 5 мм располагается с шагом 150 мм, как предусмотрено в системе «Пространственные трехмерные арматурные каркасы», в участках, отмеченных розовым цветом необходимо предусмотреть учащение арматуры, а в участках светло-розового цвета усилия максимальные и арматура диаметром 5 мм не выдерживает нагрузки. Введем в программу новый диапазон – арматура диаметром 10 мм, с шагом 150 мм.

Измененные варианты конструирования:

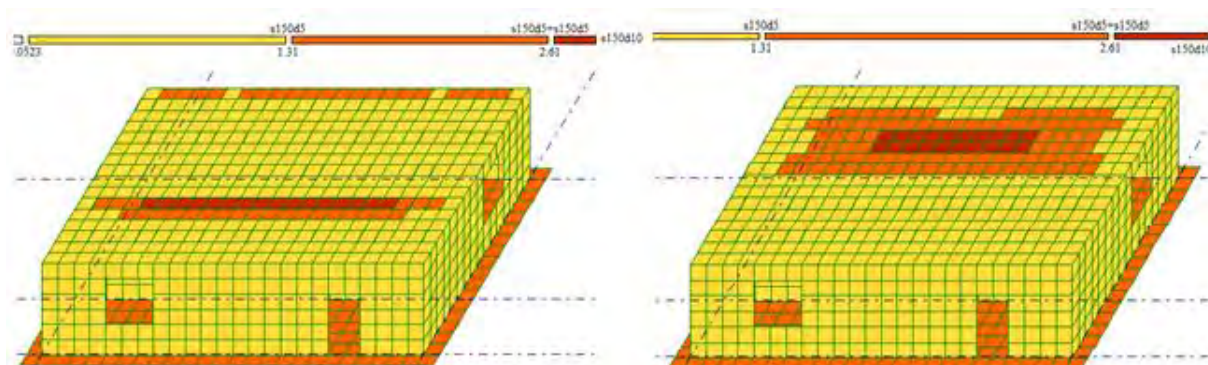


Рис. 7. Площадь арматуры на 1 пм по оси X у верхней и нижней грани

В участках, выделенных наиболее темным цветом, подразумевается установка арматуры диаметром 10 мм, с шагом 150 мм. По расчету поперечная арматура устанавливается конструктивно.

Заключение

По результатам расчета выяснилось, что наиболее опасными участками являются: место примыкания плиты покрытия к внутренней несущей стене, место примыкания плиты покрытия к наружным стенам и пролетная область плиты покрытия (по оси X). В этих участках необходимо участить арматуру, а в некоторых – увеличить ее диаметр. В целом, подбор арматуры несущих элементов здания показал возможность применения пространственных каркасов.

Список литературы:

1. Бурнашева С.В. Особенности и тенденции развития малоэтажной жилой застройки в г. Якутске / Внедрение результатов инновационных разработок: проблемы и перспективы, Екатеринбург, 18 ноября 2016 г. - МЦИИ «Омега Сайнс», - с. 57-59.

2. Посельский Ф.Ф. «К вопросу выбора конструктивно-технологических решений в малоэтажном домостроении РС (Я)».

3. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* – Введ. 2017-06-04. – М.: Минстрой России, 2016 – 136 с.

4. Городецкий Д.А., Барабаш М.С., Водопьянов Р.Ю., Титок В.П., Артамонова А.Е. ЛИРА-САПР 2013: учебное пособие. – М.: Электронное издание, 2013. – 376 с.

5. Программный комплекс ЛИРА-САПР 2015. Руководство пользователя. Обучающие примеры / Водопьянов Р.Ю., Титок В.П., Артамонова А.Е.; под ред. академика РААСН Городецкого А.С. – М.: Электронное издание, 2015. – 460 с.

6. Техническое описание «Строительная система для малоэтажного строительства на основе легкого монолитного железобетона».

Исследование добавки ФН + СП-1 на прочность инъекционного цементного раствора для устройства буроинъекционных свай

*Острельгина В.К., магистрант,
Северо-Восточный федеральный университет,
г. Якутск
E-mail: ossvi96@gmail.com*

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент Федорова Г.Д.*

В настоящее время, при усилении оснований и фундаментов реконструируемых зданий, все большее применение находят буроинъекционные микросваи, которые представляют собой одну из разновидностей буронабивных свай, отличаются большой гибкостью ($1/d = 80/120$), малым диаметром ($d = 120 - 250$ мм) [1-3]. Их все больше начинают применять при строительстве новых объектов рядом с существующими зданиями и сооружениями, а также новых объектов в сложных грунтовых условиях, строительство в стесненных условиях внутри действующих предприятий и т.д., в том числе в условиях многолетнемерзлых грунтов (ММГ) [4]. Существуют различные технологии устройства буроинъекционных свай (далее БИС) [5]. Например, микросваи «Титан» с использованием трубчатых винтовых штанг (ТВШ), технология непрерывного полого шнека (НПШ), устройство микросвай с предварительной проходкой скважины, электроразрядная технология (ЭРТ), разрядно-импульсная технология (РИТ), технология устройства с применением электрохимического взрыва (ЭХВ). Для использования же в условиях ММГ, согласно [5], возможно использование таких технологий, как устройство буроинъекционных свай с использованием ТВШ и НПШ. Однако, при этом сложность технологии устройства БИС состоит в обеспечении требуемой прочности инъекционных растворов при минимальном нарушении мерзлотного режима и засоленности прилегающих слоев ММГ, в связи с чем возникает необходимость изучения кинетики твердения цементного раствора.

Целью исследования является изучение влияния комплексной противоморозной добавки на твердение инъекционного цементного раствора, предназначенного для устройства буроинъекционных свай, в контакте с многолетнемерзлыми грунтами.

Согласно [5] цементная инъекционная растворная смесь должна характеризоваться следующими показателями: условная вязкость (15-30 с), расплыв (120-250 мм), суточный отстой воды (не менее 2%). Следует отметить, ранее проведенными экспериментами [6] было установлено, условная вязкость смесей с требуемым показателем расплыва конуса, равным 120-250 мм, колеблется в пределах от 40 до 170 с, что значительно выше требуемых значений 15-30 с и показывает дополнительную проверку правильности нормативных значений условной вязкости.

Прочность цементного инъекционного раствора, в возрасте от 5 до 7 суток, должна быть не менее 21 МПа, а возрасте 28 суток - не менее 30 МПа, по результатам испытаний кубиков 70,7x70,7x70,7 мм, по ГОСТ 5802 или ГОСТ 10180 [5].

Анализом составов инъекционных цементных растворов для устройства БИС в ранее опубликованных работах, В/Ц при обеспечении технологических показателей смеси составляет от 0,5 до 1. При твердении раствора БИС в контакте с ММГ при таких высоких значения В/Ц заданные темпы твердения раствора не обеспечиваются. Поэтому при выполнении экспериментальных работ по изучению влияния комплексной противоморозной добавки на прочность цементного раствора, большое внимание уделялось правильному назначению В/Ц, а точнее понижению его значения при одновременном обеспечении требуемых показателей технологических свойств смеси (расплыва и водоотделения).

Для экспериментов в качестве исходных материалов использованы: портландцемент АО ПО «Якутцемент» марки ПЦ500-Д0, комплексная противоморозная добавка, состоящая из противоморозного компонента - формиат натрия (ФН) и суперпластификатора СП-1. Обе добавки выпускаются ООО «Полипласт-УралСиб» (ГК «Полипласт»). Использована вода из водопровода. Цементный раствор готовился вручную, согласно п. 3.13 ГОСТ 26798.1-96. Прочность цементного камня на сжатие определялась согласно ГОСТ 5802-86, на гидравлическом прессе ИП-500.0. Выполнение эксперимента осуществлялось в соответствии с планом полного факторного эксперимента 2³(табл. 1-2). При этом варьируемыми факторами являются В/Ц и расход противоморозного компонента ФН, принятые уровни варьирования обеспечивают технологические параметры смеси. Расход суперпластификатора СП-1 принят постоянным, и равен 0,5% от массы цемента, исходя из ранее проведенных исследований. Наблюдаемые параметры – прочность на сжатие в возрасте 7, 28 и 90 суток. Образцы твердели в подземной лаборатории института ЯкутПНИИС, при температуре минус 4⁰С. Контрольные образцы твердели в камере нормально-влажностных условий.

Таблица 1

Условия планирования эксперимента

Факторы		Уровни варьирования			Интервал варьирования
Натуральный вид	Кодированный вид	-1	0	+1	
В/Ц смеси	X ₁	0,32	0,35	0,38	0,03
Расход добавки ФН + 0,5%СП-1, в % от массы цемента	X ₂	1	2	3	1

Таблица 2

Матрица планирования и результаты экспериментов при исследовании прочности на сжатие инъекционных цементных растворов

Точка плана	Факторы		Взаимодействие	Выходные параметры (экспериментальные данные)			
	X ₁	X ₂		X ₁ X ₂	R ₇ , МПа (Y ₁)	R ₂₈ , МПа (Y ₂)	R ₉₀ , МПа (Y ₃)
1	+	+	+	11,43	30,34	36,19	30,48
2	+	-	-	11,70	18,90	22,79	34,96
3	-	+	-	26,19	36,70	50,54	38,43
4	-	-	+	21,90	35,68	41,16	37,96
Сумма				61,22	141,83	150,68	141,83
5	0	0	0	20,75	31,51	34,83	34,63
6	0	0	0	19,93	30,96	34,90	34,08
7	0	0	0	19,73	30,08	34,49	33,20
Сумма				60,41	92,55	104,22	101,91

Путем математической обработки результатов эксперимента, были получены уравнения, описывающие зависимость прочности цементного камня инъекционного раствора от В/Ц и расхода формиата натрия в составе комплексной добавки при неизменном расходе пластифицирующего компонента СП-1, равного 0,5% от массы цемента. На рис. 1 показана зависимость прочности инъекционного раствора, твердевшего при минус 4⁰С от В/Ц и расхода ФН. Из графика видно, что требуемая технологией устройства БИС прочность, равная 21 МПа, при В/Ц=0,38 не обеспечивается даже при повышении противоморозного компонента добавки ФН до 3% от массы цемента. Для достижения требуемой прочности в семисуточном возрасте В/Ц должна быть не менее 0,35, а расход ФН не менее 2% от массы цемента. При В/Ц=0,32 требуемую прочность можно получить и при меньшем расходе 1%ФН, но следует отметить, что при таком низком В/Ц сроки схватывания растворной смеси сокращаются.

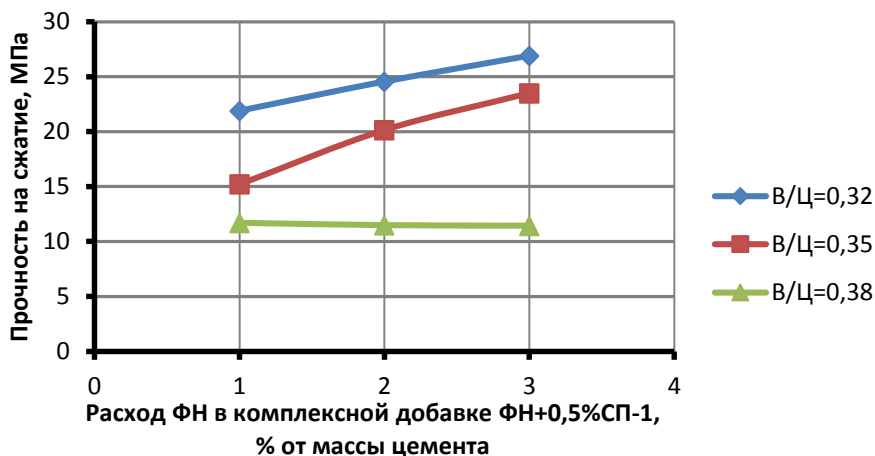


Рис. 1 Зависимость прочности цементного инъекционного раствора, твердевшего при минус 4⁰С, от дозировки ФН + СП-1 и В/Ц в 7-суточном возрасте

Кинетика твердения исследуемых составов цементного инъекционного раствора с водоцементным отношением В/Ц=0,35 представлена на рис. 2. В 28-суточном возрасте, образцы, твердевшие в подземной камере ($t=-4^{\circ}\text{C}$), показали прочность выше, чем требуемая по технологии устройства БИС, равной 30 МПа, за исключением добавки 1%ФН+0,5%СП-1 (26,51 МПа). Причем, набор прочности продолжается и через 90 суток соответственно 28,45, 34,74 и 38,12 МПа соответственно, при расходе противоморозного компонента комплексной добавки ФН 1, 2 и 3%.

Прочность контрольных образцов, твердевших в камере нормально-влажностного хранения при В/Ц=0,35 и при расходе ФН 1, 2 и 3% от массы цемента, составляет соответственно 34,07, 33,63 и 33,20 МПа. Как видно, с повышением расхода противоморозной добавки, прочность раствора снижается, т.е. ФН при положительных температурах, видимо, замедляет темпы твердения. Для В/Ц, равной 0,38 и 0,32 такая тенденция также сохраняется. Следует отметить, что в 90 сутки при применении добавок 2%ФН+0,5%СП-1 и 3%ФН+0,5%СП-1 при В/Ц=0,35 у образцов, твердевших в контакте с многолетнемерзлыми грунтами прочность на 1,5 и 14,8% соответственно, выше чем прочность контрольных образцов. Это указывает на то, что получение требуемой прочности 30 МПа при устройстве БИС гарантированно обеспечивается при правильном подборе состава инъекционного раствора.

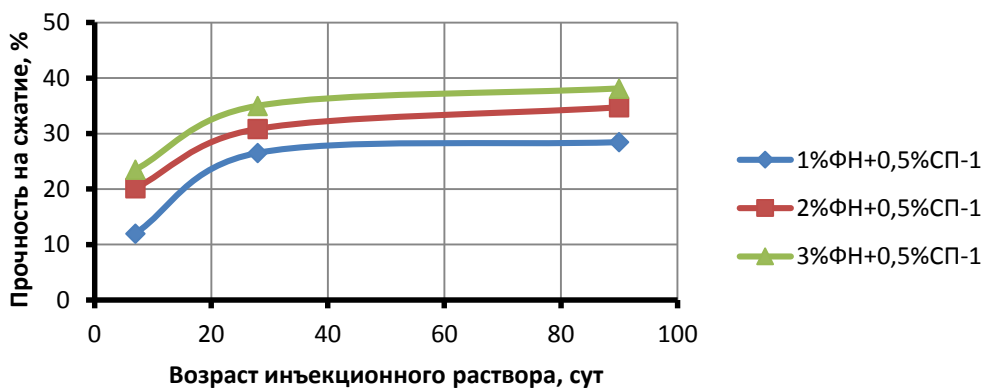


Рис. 2 Кинетика твердения цементного инъекционного раствора при температуре минус 4⁰С

Таким образом, проведенными исследованиями доказана возможность устройства БИС в районах распространения многолетнемерзлых грунтов. При этом особое внимание необходимо уделить проектированию состава раствора. Одновременное обеспечение прочностных свойств раствора и технологических показателей смеси возможно при В/Ц не менее 0,35, и расходе противоморозного компонента комплексной добавки не менее 2%ФН. Однако нижний предел В/Ц (например, в нашем случае В/Ц=0,32) может значительно сократить сроки схватывания раствора и затруднить процесс инъектирования.

Список литературы:

1. Гладких Л.Н. Укрепление оснований и фундаментов методом устройства буроинъекционных свай на примере здания ОАО «Кузбассэнерго» в городе Кемерово / Л.Н. Гладких, О.В. Политова // III Международная научно-практическая конференция «Проблемы строительного производства и управления недвижимостью». – 2014. – с. 52.
2. Готман Н.З. Опыт усиления свайных фундаментов с использованием буроинъекционных свай / Н.З. Готман, Д.А. Давлетяров, М.З. Каюмов // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. – 2014. - №3. – с. 160-168.
3. Смоленков В.Ю. Использование микросвай при ремонте набережных / В.Ю. Смоленков // Инженерно-строительный журнал. - 2009. - №8. – с. 9-11.
4. Викторов А. Е., Матвеева О. И., Федорова Г. Д., Цеева А. Н., Шельц В. М., Шельц Р. Усиление оснований и фундаментов здания национальной библиотеки в Якутске / Сб. тр. международной конференции «Физико-технические проблемы Севера». Часть I. - Якутск: ГУП «Полиграфист» ЯНЦ СО РАН, 2000, с. 173-184.
5. СТО НОСТРОЙ 2.5.126-2013 Освоение подземного пространства. Устройство грунтовых анкеров, нагелей и микросвай. Правила и контроль выполнения, требования к результатам работ. – М.: 2016. – 227 с.
6. Острельгина В.К., Федорова Г. Д. Исследование вязкости цементного инъекционного раствора для устройства буроинъекционных свай в условиях многолетнемерзлых грунтов / Современные проблемы строительства и жизнеобеспечения: безопасность, качество, энерго- и ресурсосбережение [Электронный ресурс]: сборник статей V Всероссийской научно-практической конференции, г. Якутск, 29 марта 2018 г. – Якутск: Издательский дом СВФУ, 2018. –с.105-112.

Модифицированная асфальтобетонная смесь и асфальтобетон, на основе резиновой крошки и наноминералов в условиях I дорожно-климатической зоны

*Павлова С.С., студентка 3 курса,
кафедра «Автомобильные дороги и аэродромы»,
Автоморозного факультета, СВФУ им. М.К. Аммосова»,
г. Якутск*

*Научный руководитель:
старший преподаватель кафедры «Автомобильные дороги и аэродромы»,
Автоморозного факультета, СВФУ им. М.К. Аммосова», Филиппов С.Э.*

Аннотация.

Предмет. Модификации вяжущей асфальтобетонной смеси и асфальтобетона, на основе резиновой крошки и наноминералов в условиях I дорожно-климатической зоны.

Цели. Модифицированная вяжущего асфальтобетонной смеси и асфальтобетона, на основе резиновой крошки и наноминералов.

Методология.

Ключевые слова: асфальтобетонная смесь, модификатор, резиновая крошка, битум, дороги.

Существует два метода по приготовлению данной асфальтобетонной смеси: «мокрый» и «сухой». В отличие от «мокрого» способа, «сухой» подразумевает добавление резиновой крошки в минеральную часть. При таком введении отрицательным фактором служит выбивание резиновой крошки из дорожного полотна.

Ввод модификатора осуществляется, в нашем случае, «мокрым способом», что значит добавление резиновой крошки в вяжущую часть, непосредственно в битум. Благоприятное воздействие на свойство асфальтобетона проявляется ввиду эффекта сваривания между «битумом – резиновой крошкой».

Отрицательное свойство при данном способе – старение битума в результате его передержки в горячем состоянии.

Для исследования резинобитумных композитов было отобрано 7 различных вариаций с добавлением резиновой крошки и шпинели магния в различных пропорциях. Начиная от 0,5 до 5 % шпинели магния в составе резиновой крошки.

Ранее проведенные исследования и эксперименты показали, что механоактивация резиновой крошки позволяет создавать прочную связь в композиции «резиновая крошка – битум». Были изучены снимки резиновой крошки до и после активации, сделанные при помощи электронного микроскопа. В результате визуального сравнения результата активации резиновой крошки, наблюдаем уменьшение количества зеркальных участков на поверхности и повышение шероховатости, что благоприятно сказывается на качественном сцеплении резиновой крошки и битума.

Также механоактивация резиновой крошки позволяет усреднить фракционный состав резиновой крошки.

Первое испытание проводилось согласно с ГОСТ 33142-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Метод

определения температуры размягчения. Метод "Кольцо и Шар" на приборе КИШ- 20 (Россия).

Настоящий метод испытаний заключается в определении температуры, при которой битум, залитый и остывший внутри колец заданных размеров, в условиях испытания размягчается и, перемещаясь под действием веса стального шарика, касается нижней пластинки.

По результатам испытаний видно, что добавление модификаторов способствует повышению температуры размягчения битума.

Для дальнейших испытаний, относительно данных результатов, было решено добавлять резиновую крошку в составе 7%, так как в большинстве случаев высокие результаты достигались с процентным содержанием резиновой крошки именно в таком количестве.

Далее была проведена работа в соответствии с ГОСТ 33136-2014 «Автомобильные дороги общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Метод определения глубины проникания иглы» на пенетрометре ПН-10 (Россия).

Настоящий метод испытаний заключается в измерении глубины, на которую погружается игла пенетрометра в испытуемый образец битума при определенных условиях (температуре, нагрузке и продолжительности приложения нагрузки), которая выражается в единицах, соответствующих десятым долям миллиметра (0,1 мм)

Определена растяжимость битума в соответствии с ГОСТ 33138-2014 «Автомобильные дороги общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Метод определения растяжимости» на дуктилометре ДБ-2М (Россия).

Настоящий метод заключается в растяжении образца битума с постоянной скоростью, при заданной температуре для определения максимального усилия при растяжении и растяжимости битума.

По результатам испытаний можно сделать вывод о том, что применение резиновой крошки, совместно со шпинелью магния, производит положительный эффект на свойство битума.

Оптимальным содержанием резиновой крошки по результатам испытаний битума принято 7%.

Наилучшие результаты испытаний резинобитумных композитов с порошком наношпинели магния получены при добавлении резиновой крошки в количестве 7%, относительно битума и шпинели магния, в количестве 0,5% (относительно резиновой крошки).

Увеличение показателей в процентном количестве относительно обычного битума БНД 90/130 (100/130) по:

А) температуре размягчения составило 3,95%;

Б) величине пенетрации составила 20,14%.

По результатам исследований, показатели растяжимости битума с модификатором не соответствуют данным по ГОСТ 33133-2014.

Во всех исследованных сериях, введение резиновой крошки значительно снижает дуктильность (растяжимость) битума. Это связано с тем, что в результате взаимодействия битума и частиц эластомера получается трехмерная резинобитумная матрица, состоящая из резины, смеси резины и битума (растворенной в битуме резины), самого битума. Данная система содержит крупные агрегаты, и механизм её работы

аналогичен работе системы «полимер – битум». Резиновую крошку можно рассматривать при этом в качестве гетерофазных центров эластичности, по которым происходит разрушение при растяжении. И не смотря на низкие показатели растяжимости, предполагается положительное воздействие модификатора резиновой крошки на конечном материале – асфальтобетоне.

Апробация была произведена в лабораторно-испытательных условиях. Подобрана смесь асфальтобетонная плотная мелкозернистая типа "В", марки П. Зерновой состав подобран в соответствии с требованиями ГОСТ 9128-2013 для I дорожно-климатической зоны.

Уплотнение происходило при помощи испытательного пресса ИП-1000М-авто, где время формования при давлении $P=40$ МПа составило по 3 минуты. Далее выполнялось выжимание образцов при помощи пресса ИП-500М-авто.

Образцы асфальтобетона на основе модифицированного битума готовились по схеме, представленной на слайде. Основные физико-механические характеристики образцов асфальтобетона представлены на слайде.

Результаты исследований показали, что результаты битума при введении в неё резиновой крошки $D=0,25$ мм, привели к снижению некоторых физико-механических характеристик образцов асфальтобетона. Однако, образцы на основе резинобитумного композита с добавлением модификатора наношпинели магния, показали себя с наилучшей стороны, характеризуясь повышенными, по сравнению с традиционным асфальтобетоном, прочностными характеристиками.

Исходя из данных проб асфальтобетона с добавлением резиновой крошки наблюдается снижение предела прочности при 0, 50°C и увеличение при 20°C:

- уменьшение при 0°C на 6,81% относительно традиционного асфальтобетона;
- увеличение при 20°C на 44,31% относительно традиционного асфальтобетона;
- уменьшение при 50°C на 1,59% относительно традиционного асфальтобетона.

На федеральной автомобильной дороге «Виллой» на 56 км в 2013 г. был уложен экспериментальный участок с модифицированной резиновой крошкой и другими наполнителями. Длина участков составляет по 25 метров.

Ежегодно с 2013 года, весной и осенью проводится мониторинг качества уложенных участков. Исследуют качество сцепления автомобильного колеса с покрытием прибором ИКСп, плотность асфальтобетона неразрушающим методом, и испытания на модуль упругости установкой ДИНА-3м.

Разработка органоминеральной смеси, полученная путем холодного смешивания наполнителей, с добавлением стружек, изготовленных из использованных полиэтилентерефталатовых бутылок

*Попова М.В., студент,
Северо – Восточный федеральный университет, г.Якутск
E-mail: marinkawayeva@gmail.com
Едусеев О.С., ассистент,
кафедра «Автомобильные дороги и аэродромы»
Северо – Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,
г. Якутск*

Аннотация:

Основной проблемой данной работы использование утилизированных отходов из полиэтилентерефталатовых бутылок, в составе органоминеральной смеси. Были проведены работы по исследованию инертных материалов и битума, а также осуществлена разработка состава органоминеральной смеси и проведены испытания по ГОСТ 12801-98. В результате испытания подтверждено, что все образцы соответствуют требованиям ГОСТ 30491-2012. При добавлении стружек, в количестве 0,5% от массы инертных материалов, уменьшилась пластичность битума, и соответственно понизились её физико-механические показатели. В дальнейшем планируется уменьшить количество добавляемых фибр и уменьшить их размеры.

Ключевые слова: *щебень, стружка, битум, органоминеральная смесь, песок.*

Для экономического благополучия любой страны необходимы качественная инфраструктура и хорошее качество дорог – ее жизненно важные части. В определенные периоды поступательной эволюции Дальневосточных и Северных территорий Российской Федерации, возникает необходимость капитального ремонта и реконструкции сети автомобильных дорог как федерального, так и регионального значения. Развитие регионов предполагает возрастание транспортного потока, увеличению объёма перевозок по существующим дорогам. Это приводит к разрушению дорожных одежд и, как следствие, росту числа ДТП и образованию заторов по дорожным условиям. Учитывая суровые климатические условия данных регионов, необходима технология, позволяющая максимально увеличить срок службы и эксплуатационные характеристики дорожных одежд [1].

При подготовке работы использовалась методика, изложенная в ГОСТ 12801-98 «Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний [2] для исследования физико – механических характеристик, ГОСТ 30491-2012 «Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия» [3] для разработки состава органоминеральной смеси.

Из отходов пластиковых бутылок из полиэтилентерефталата, вручную нарезалась стружка размером в длину 20 мм, 1-1,5 см в ширину.

При проведении экспериментов использовались следующие материалы:

- щебень фракции 5-20 мм из карьера п. Мохсоголлох АО ПО «Якутцемент»;
- песок из отсеивов дробления из карьера п. Мохсоголлох АО ПО «Якутцемент»;

- песок речного карьера г. Якутск;
- битум БНД 90/130 ОАО «Газпром нефтехим Салават».

Таблица 1

Характеристики щебня фракции 5-20 мм

№п/п	Показатели	Значения
1	Содержание пылевидных и глинистых частиц	1,2%
2	Марка по дробимости	М1000
3	Истинная плотность, г/куб.см	2,67
4	Насыпная плотность, т/куб.м	1,37

Таблица 2

Характеристики песка из отсевов дробления

№ п/п	Показатели	Значения
1	Содержание пылевидных и глинистых частиц,%	0,2
2	Марка по дробимости	М1000
3	Максимальная плотность, г/куб.см	1,98
4	Насыпная плотность, т/куб.м	1,55
5	Содержание зерен пластинчатой и игловатой формы,%	10,9

Таблица 3

Характеристики речного песка

№ п/п	Показатели	Значения
1	Содержание пылевидных и глинистых частиц,%	4,6
2	Содержание глины в комках	-
3	Максимальная плотность, г/куб.см	1,87
4	Насыпная плотность, т/куб.м	1,384

Таблица 4

Физико – механические характеристики битума марки БНД 90/130

№ п/п	Показатели	Метод испытания	Значения по нормативу	Фактические значения
1	Глубина проникания иглы			
1.1	При 25 ⁰ С, 0,1 мм	ГОСТ 11501	91-130	113
1.2	При 0 ⁰ С, 0,1 мм, не менее	ГОСТ 11501	28	32
2	Температура размягчения по КиШ, не ниже	ГОСТ 11506	43	46
3	Температура хрупкости, ⁰ С, не выше	ГОСТ 11507	- 17	- 23
4	Температура вспышки, ⁰ С, не ниже	ГОСТ 4333	230	324
5	Индекс пенетрации, ед	ГОСТ 22245	-1,0 -1,0	0,0

Из материалов, характеристики которых приведены выше, была приготовлена органоминеральная смесь, путем замеса инертных материалов в холодном состоянии в следующем зерновом составе:

Таблица 5

Зерновой состав органоминеральной смеси

Наименование остатков	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071	>0,071
Частные остатки, гр	800	1000	1500	1700	1500	900	650	1250	450	190	60
Полные остатки, %	8,0	10,0	15,0	17,0	15,0	9,0	6,5	12,5	4,5	1,9	6,0
Полные проходы, %	92,0	82,0	67,0	50,0	35,0	26,0	19,5	7,0	2,5	0,6	0
ГОСТ 30491-2012				<55			>20				

После замеса инертных материалов был произведен их нагрев до температуры 160°C, затем был добавлен битум марки БНД 90/130, нагретый до температуры 160°C, свыше 100% от массы инертных материалов 6,5%. Из приготовленной смеси были изготовлены образцы для испытаний, в которую была добавлена стружка из полиэтилентерефталатовых бутылок свыше 100% от массы смеси 0,5%.

Таблица 6

Состав органоминеральной смеси без добавления и с добавлением стружек из пластиковых бутылок

ОМС без фибр		ОМС с фибрами	
Наименование	Процент, %	Наименование	Процент, %
Щебень	33	Щебень	33
Песок из отсево дробления	40	Песок из отсево дробления	40
Песок речной	27	Песок речной	27
Битум	6,5	Битум	6,5
		Фибра из пластиковых бутылок	0,5

Результаты испытаний органоминеральной смеси без добавления стружек:

1. Средние показатели разрушения образцов при температуре 20⁰ С: 2,88 МПа (По ГОСТ 30491 – 2012 – 1,4 Мпа)

2. Средние показатели разрушения образцов при температуре 50⁰ С : 0,79 МПа (По ГОСТ 30491 – 2012 – 0,5 Мпа)

Результаты испытаний органоминеральной смеси с добавлением стружек из полиэтилентерефталатовой бутылки:

1. Средние показатели разрушения образцов при температуре 20⁰ С : 3,17 МПа (По ГОСТ 30491 – 2012 – 1,4 Мпа)

2. Средние показатели разрушения образцов при температуре 50⁰ С : 0,87 МПа (По ГОСТ 30491 – 2012 – 0,5 Мпа)

Выводы:

1. В работе правильно подобраны материалы для приготовления органоминеральной смеси;

2. Зерновой состав подобран в соответствии с ГОСТ 30491 – 2012;

3. Все образцы выдержали испытания по ГОСТ 12801 – 98 и соответствуют требованиям ГОСТ 30491 -2012

4. При добавлении стружек из полиэтилентерефталата повысилась прочность на сжатие на 10%;

5. В дальнейшем планируем уменьшить размеры стружек и ввести в состав вяжущего малое количество стружек.

Список литературы:

1. Органоминеральные смеси в основаниях и покрытиях автомобильных дорог, в суровых климатических условия. –известия вузов. инвестиции. строительство. Недвижимость. - Шабуров С.С., Уласович Р.П.-2015 – 2(15) – С.113;

2. ГОСТ 30491-2012 «Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства.»;

3. ГОСТ 12801-98 «Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний»

Результат анализов тепловизионной съемки жилых домов в городе Нерюнгри

*Прошкина В.О., студентка,
Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,
г. Нерюнгри
E-mail: verani4ka.proshkina.96@mail.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент, Корецкая Н.А.*

Актуальность выбранной темы заключается в том, что город Нерюнгри был построен 45 лет назад и большое количество домов нуждаются в капитальном ремонте и реконструкции фасада. Здания, построенные в городе Нерюнгри, относятся к постройкам в резко-континентальном климате, при котором среднегодовой перепад температур составляет $\approx 80^{\circ}\text{C}$. Температура в зимний период в среднем составляет -50°C , а в летний может достигать более 30 градусов. Так же он расположен в зоне тектонической активности и антропогенного воздействия. В связи с этим, по заявкам предприятий, в рамках выполнения хозяйственно-договорного исследования была выполнена тепловизионная съемка многоквартирных жилых домов.

Учитывая данные факторы, в качестве объекта исследования, были выбраны теплопотери жилого фонда.

Учитывая объект исследования, и необходимость выявления причин теплопотерь жилого фонда, в качестве предмета исследования, был выбран результат анализов тепловизионной съемки жилых домов в городе Нерюнгри.

Для получения общих сведений необходимых при выявлении актуальности исследования, его объекта и предмета был использован общенаучный метод включающий в себя анализ исходных данных и синтез в виде упорядоченной информации.

Рассмотрение проблемы состояния и причин возникновения теплопотерь рассматривалось на примере тепловизионного анализа зданий жилого фонда города Нерюнгри, на основе современных технических решений, в частности тепловизора. Прибор в наглядной форме, на экране, демонстрирует различия в температурах стен, безошибочно указывая места, в которых теплоизоляция отсутствует или недостаточна. Такими местами чаще всего являются плохо заделанные стыки фасадных плит, а также стыки стен и полов с соседними помещениями.

Учитывая важность условий проживания граждан и САНПИН необходимо учитывать данные полученные при тепловизионном анализе зданий.

Эксплуатация любого здания или сооружения Нерюнгринского района предполагает воздействие на него динамических воздействий разного рода, которые вызывают преждевременный износ элементов конструкции. Основным фактором, вызывающим преждевременный износ, является колебание грунта.

Для обоснования проблемы был использован метод инструментального измерения и анализа полученных данных.

Инструментальный метод заключался в тепловизионной съемке многоквартирных жилых домов на разных участках города: улице Ленина 1/1, Ленина 1/2, Ленина 4, Сосновая 4, Карла-Маркса 17/1, Южно-Якутская 25/1, Геологов 49, геологов 61/1.

Для измерения температур внутреннего воздуха и поверхностей наружных ограждающих конструкций использовались приборы:

- портативный термограф «ИРТИС – 2000»,
- портативный компьютер «NOTEBOOK»,
- штатив для термографа
- сосуд «Дьюара»;

На приведенной термопрофиле (линия, проведенная на термограмме) поверхности стены видно (рис. 1), что перепад температур поверхности достаточно неравномерен (график, прикрепленный к термограмме), что обуславливается неравномерным распределением температуры по поверхности стены.

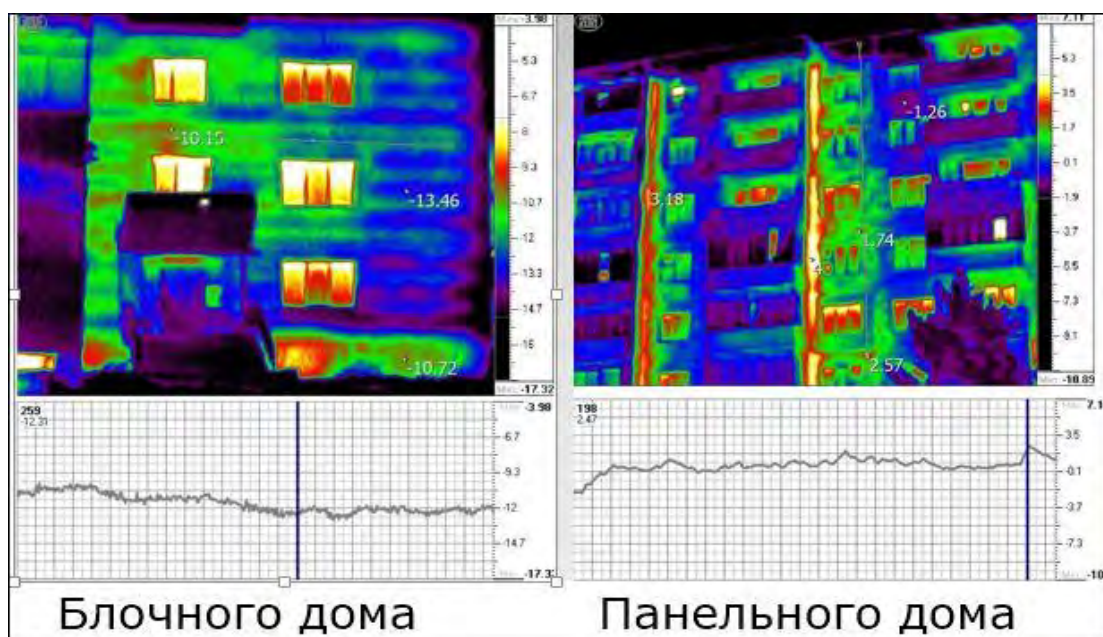


Рис. 1. Термопрофили поверхности стен.

В результате инструментального исследования здания были обнаружены зоны промерзания ограждающих конструкций, мостики холода, зоны инфильтрации (проникновения) холодного воздуха внутрь помещений и эксфильтрации (утечки) теплого воздуха наружу. Так же были выявлены зоны, теплотехнические свойства которых указывают на недостаточность утепления: зона фундамент-отмостка, зоны утепления между обшивкой последнего этажа и кровлей. Обнаружены интенсивные протечки тепла через панели наружных стен, некоторые дефекты межпанельных швов. Протечки тепла через оконные проемы и примыкания балконных экранов. А так же можно сделать вывод, что теплопотери в сооружениях блочного типа, значительно выше, чем в домах панельного типа.

Причиной появления выявленных дефектов могут быть архитектурно - строительные недочеты, дефекты, полученные вследствие эксплуатации здания или некачественное выполнение строительно-монтажных работ.

В процессе исследования было выявлено, что на состояние швов и теплопотери повлияла сейсмическая нагрузка от взрывных работ при добыче угля, что подтверждают экспериментальные исследования, проведенные 9.11.18 г. по оценке влияния промышленных взрывов на гражданскую инфраструктуру г. Нерюнгри. Для этих целей был выбран дом по ул. Геологов № 49 . На Нерюнгринском угольном разрезе было произведено 2 взрыва. Они были зарегистрированы и обработаны в лаборатории МПСС. Результаты обработки: 1- взрыв интенсивность в эпицентре 1,9 балла; 2- взрыв интенсивность в эпицентре 2,1 балла. Эти же взрывы регистрировались мобильными сейсмостанциями на фундаменте дома и 8 этаже. Из результатов обработки следует, что вертикальная скорость смещения грунта в основании дома составила $V_{xyz} = 0,000049 \text{ g}\cdot\text{s}$, конструкций 8 этажа дома $V_{xyz} = 0,00024 \text{ g}\cdot\text{s}$. Что в пересчете на баллы в основании фундамента 2 балла, а на 8 этаже – 3,5 балла.

Следует отметить, что конструкции дома работают как фильтр, поглощая высокочастотные и усиливая низкочастотные (наиболее опасные) колебания.

В результате обследования жилого фонда, города Нерюнгри, были выявлены основные причины возникновения теплопотерь наружных ограждающих конструкций:

- Дефекты панелей наружных стен;
- Дефекты, возникшие в результате некачественной установки оконных проемов и монтажа балконных экранов в процессе строительства здания;
- Некачественное утепление и разбалансировка подвального участка системы отопления здания;
- Дефекты межпанельных стыков на торцах здания;
- Дефекты от сейсмической нагрузки от взрывных работ при добыче угля

Следует отметить, что для устранения вышеперечисленных причин теплопотерь необходим индивидуальный подход. На данный момент не существует универсального решения всех проблем единым способом. Выбор самого подходящего из методов зависит от результатов технического обследования, которые можно получить по выбранному объекту.

О состоянии грунтов основания зданий, построенных в 202 микрорайоне г. Якутска

*Сивцев М.С., магистрант,
Северо-Восточный федеральный университет,
г. Якутск
E-mail: www.maxtin@mail.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент Посельский Ф.Ф.
Северо-Восточный федеральный университет*

Аннотация: В данной статье рассматриваются проблемы домостроения на намывных грунтах по материалам исследований, приведенных в различных источниках, а также по результатам обследований, проведенных СВФУ на 202 мкр. г. Якутска. Показано, что с общими равномерными деформациями грунтов имеется локальное растепление и увлажнение грунтов, которое привело к деформации корпуса №19. Приведены предложения по мероприятиям, необходимым для обеспечения надежности зданий, построенных и строящихся на намывных территориях г. Якутска.

Ключевые слова: многолетнемерзлые грунты, намывные грунты, температура грунтов, основания и фундаменты, неравномерные деформации.

С начала 1980 года развитие домостроения столицы республики г. Якутска, пошло путем использования намывных грунтов в качестве основания зданий и сооружений на территории Зеленого Луга. Строительство на намывных грунтах являлось экспериментальным строительством в условиях многолетнемерзлых грунтов. Как показала практика, здания, построенные в 202 мкр, подвержены деформациям фундаментов. В результате изменяется их напряженно-деформированное состояние, появляются усилия, не учтенные при проектировании, возникают повреждения, свидетельствующие о снижении несущей способности несущих конструкций [1].

В данное время идет возведение зданий на намывных территориях в 203 мкр, где уже есть свидетельства о деформациях грунтов и зданий. На очереди возведение зданий в 204 мкр. Это предопределяет необходимость изучения опыта строительства и эксплуатации зданий и сооружений на намывных грунтах в 202 мкр. Поэтому исследование состояния грунтов, характера повреждаемости, оценка технического состояния зданий и сооружений, построенных на намывных территориях 202 мкр г. Якутска является весьма актуальной задачей.

В 1980 году, ГУП ЯкутПНИИС, были начаты наблюдения за развитием осадок с оборудованием площадки грунтовыми марками [2], результаты которых приведены в табл.1.

Таблица 1

Результаты наблюдений ЯкутПНИИС 1982-2005 гг.

Период наблюдений, описание процессов	Осадка, мм		
	Подстилающих грунтов		Фундаментов дома
	Грунт марка 1(h=0,5)	Грунт марка 4 (h=2,5)	
1980-1982 гг (1 этап намыва)	264	106	-
1982-1983 гг (Замыв фундаментов)	48	48	110 (высота намывного слоя 9,3 м)
	(высота намывного слоя 3,6-4,6 м)		
1983-1985 гг. (период строительства)	54	52	142
	(высота намывного массива 4,6 м)		
1985-1992 гг (период эксплуатации зданий, производства гидронамыва)	62	50	74
	(высота намывного массива 6,4-8,7м)		
1992-1997 гг (завершения работ по гидронамыву)	5	0	12
1997-2005 гг	34	30	28
1982-2005 гг	203	180	366

Видно, что осадки существенны и характерны как для подстилающих грунтов, так и для намывной толщи, достигая в максимуме 366 мм. Сделан вывод, что осадки фундаментов происходят за счет сжатия намывных грунтов от действия загруженного фундамента, самоуплотнения намывного массива, уплотнения оттаявших грунтов от веса намывного массива и дополнительного оттаивания подстилающих грунтов в результате утечки инженерных коммуникаций [2].

Мониторинг температурного режима грунтов оснований показал, что к 1980 г. их температура составила – 3°С и ниже [2, стр. 50-55].

Анализ влияния урбанизации на изменения температуры грунтов в г. Якутске, на глубине 10 м, был выполнен ИМЗ СО РАН (в 2011 г.). В частности, установлено, что на намывных грунтах мощностью от 5 до 12 м (возраст застройки менее 70 лет), температуры колеблются в диапазоне положительных и отрицательных значений (+2,0...-3,0°C). Отмечено также, что в пределах резервной территории застройки (пойма р. Лена) температура грунтов отрицательна, но колеблется преимущественно от 0,0 до – 2,0°C [3].

По динамике климатических температур в перспективе имеются противоположные прогнозы – от похолодания [4] до потепления [3,5]. В целом разными авторами констатировано, что интегральное воздействие неучтенных факторов, таких как увеличение плотности застройки, строительство дорог и тротуаров, проведение подземных коммуникаций, утечка инженерных сетей и, следовательно, нарушение естественных путей миграции подземных вод, проявляется в сторону повышения, а не понижения температур грунтов, следовательно, на намывных толщах, при их мощности более 8-10м, идет устойчивый процесс деградации криолитозоны [3].

На территории 202 мкр. построены и эксплуатируются здания различных конструктивных систем. В таблице 2 даны общие сведения о состоянии панельных домов серий 1-464ВМ и 112, построенных на намывных грунтах в 202 мкр. г. Якутска (по материалам управляющей компании «ЖКХ Губинский»).

Таблица 2

Общие сведения о состоянии корпусов 202 мкр. по материалам УК «ЖКХ Губинский»

	3 корпус	12 корпус	11 корпус	4 корпус	15 корпус	1 корпус	17 корпус	18 корпус
Серия, тип проекта	80 кв. жилой дом серии 1-464 ВМ	80 кв. жилой дом серии 1-464 ВМ	80 кв. жилой дом серии 1-464 ВМ	80 кв. жилой дом серии 1-464 ВМ	80 кв. жилой дом серии 1-464 ВМ	Жилой дом 112 серии	Жилой дом 112 серии	Жилой дом 112 серии
Год постройки	1985 г.	1988 г.	1988 г.	1986 г.	1994 г.	2002 г.	1995 г.	1998 г.
Год проведения капитального ремонта	-	-	-	-	-	-	-	2011г.
Общий строительный объем	16092 м3	17934 м3	18210 м3	15805 м3	23404 м3	33883 м3	42638 м3	30840,4 м3
Площадь здания	4192 м2	5084,5 м2	4614,3 м2	4270,8 м2	5967,5 м2	8489,1 м2	9294,9 м2	22001,03 м2
Кол.этажей	5	5	5	5	5	9	9	9
Тех. состояние фундаментов	Трещина (износ 20%)	Осадка грунта	Пучение грунта (износ 20%)	Трещины, (износ 35%)	Хорошее (износ 5%)	Хорошее (износ 10%)	Хорошее (износ 10%)	Трещина (износ 20%).
Тех. состояние несущих стен	хорошее	Трещины (износ 15%)	хорошее	Незн. деформации	Хорошее	Хорошее	Хорошее	Хорошее
Общий износ здания	29%	30%	28%	31%	13%	13%	20%	27%

Здания имеют фундамент – ж/б сваи по плитному фундаменту, тип стен – ж/б панели, тип перекрытий – ж/б плиты. Таким образом, в 5-ти домах из 8-ми

рассмотренных наблюдаются осадочные деформации и трещинообразование фундаментных конструкций.

В 2017 и 2018 гг., ООО «Стройэкспертиза» и СВФУ им. М.К. Аммосова, проведены обследования 19 корпуса 202 микрорайона, результаты которых показали наличие значительных деформаций в соединениях панелей стен и интенсивное трещинообразование в фундаментных конструкциях. Было установлено наличие крена здания в сторону канала, расположенного с западной стороны здания, с максимальным отклонением от вертикали в торце здания, в поперечном направлении на 429 мм. Наибольшая разность отметок фундаментных балок составила 276 мм. Величина крена и разность отметок рандбалок позволяет связать их появление неравномерными деформациями грунтов основания.

По результатам геодезических наблюдений за 3 цикла (с октября 2017 г. по октябрь 2018 г.), зафиксирована средняя осадка марок – 10,2 мм, максимальная – 12,4 мм, минимальная – 8,2 мм, при средней скорости осадки – 0,8 мм/мес. Т.е. по данным трех циклов наблюдений общие осадки фундаментов здания продолжают.

По опыту изучения грунтов под соседним зданием (18 корп.) было сделано предположение о том, что под исследуемым 19 корпусом в зимний период образовалась толща мерзлых грунтов, в результате утечки воды из коммуникаций. Учитывая высокие температуры воздуха в летний период 2017 года и экспозицию здания (отсутствие затенённости), образовавшаяся толща мерзлых грунтов, вероятно, оттаяла, что подтверждается проходкой инженерно-геологических скважин и замеренными температурами грунта [6].

Причиной деформаций фундаментов явились увлажнение и повышение деформативности подстилающих вечномёрзлых грунтов оснований, в результате попадания паводковых вод, атмосферной влаги и утечки из инженерных сетей.

Выводы.

Для обеспечения надежности и долговечности зданий, возводимых на намывных территориях 203 и 204 микрорайонов, а также построенных домов в 202 мкр, требуется:

1. Проведение постоянного мониторинга температурного и гидрологического режима грунтов на намытых территориях.
2. Проведение геодезических наблюдений за осадочными деформациями зданий.
3. Выполнение проверочных расчетов несущих конструкций и оснований фундаментов с целью оценки влияния осадочных деформаций на их несущую способность и деформативность.
4. Разработать рекомендации по усилению конструкций и укреплению намывных и подстилающих грунтов при появлении осадочных деформаций.
5. Разработать рекомендации по разработке эффективных типов поверхностных фундаментов на намывных грунтах.

Список литературы:

1. Шестернев Д.М. Особенности проектирования и строительства оснований и фундаментов на намывных грунтах в пределах криолитозоны // Материалы сборника докладов международной научно-технической конференции, 16-17 октября 2014 года, г. Москва: Изд-во Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, 2014. – С. 444-449, 28-36.

2. Научно-техническое обоснование строительства зданий с подземными сооружениями на намывных грунтах 203 мкр. г.Якутска, Том 1. /Научно – технический отчет/ Научный руководитель А.Н.Цеева. ЯкутПНИИС. – Якутск, 2005. – С. 147-156.

3. Хрусталева Л.Н. Надежность северной инфраструктуры в условиях меняющегося климата / Л.Н. Хрусталева, С.Ю. Пармузин, Л.В. Емельянова. – М.: 2011. – 260 с.

4. Роман Л.Т. Строительство на намывных грунтах в криолитозоне / Л.Т. Роман, А.А. Цернант, В.Л. Полещук, А.Н. Цеева, Н.И. Леванов. – М.: 2008. – 323 с.

5. Скачков Ю.Б. Изменение температуры грунтов слоя годовых теплооборотов на якутском теплоснабжении за последние сорок лет / Ю.Б. Скачков, П.Н. Скрябин, С.П. Варламов // Материалы IX Международного симпозиума, 3-7 сентября 2011 г., Мирный. – Якутск: Изд-во Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, 2011. – С. 444-449.

6. Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий по объекту: «Оценка технического состояния строительных конструкций жилого здания по адресу: г. Якутск, 202 микрорайон, 19 корпус (литера А)» / ООО «Бурстрой». – Якутск, 2017. – С. 12-16.

К вопросу автономного теплоснабжения жилых домов в условиях Севера

*Федоров А.В., студент,
Слободчиков Е.Г., зав.лабораторией кафедры ТГВ
Северо-Восточный федеральный университет,
г. Якутск
E-mail: crawltrick@gmail.com*

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент Иванова А.В.*

Климатические особенности Республики Саха (Якутия) требуют повышенной работоспособности и надежности инженерных систем в населенных пунктах. Одной из характерных особенностей климата Якутии является большая годовая амплитуда температур, которая составляет от 50-127°C.

Таблица 1

Параметры наружного воздуха населенных пунктов России

Населенный пункт	t _{np} , °C	t _{min} , °C	Отопительный период (t _n ≤ 8 °C)	
			t _{оп} , °C	z, сутки
Москва	-25	-43	-2,2	205
Санкт-Петербург	-24	-36	-1,3	213
Новосибирск	-41	-50	-8,1	221
Красноярск	-37	-48	-6,7	233
Якутск	-52	-64	-20,9	252
Жиганск	-52	-60	-20	275
Верхоянск	-58	-68	-25	272
Оймякон	-59	-68	-25,4	277

Примечание: $t_{нр}$ - температура воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92°C; t_{min} - абсолютная минимальная температура воздуха, °C; $t_{оп}$ - средняя температура воздуха за отопительный период, °C; z – продолжительность отопительного периода, сут.

Температура наиболее холодной пятидневки наружного воздуха колеблется от -52°C до -59°C, а в остальных регионах России от -25°C до -41°C, что составляет разницу 20-25°C. Суровость отопительного сезона характеризуется числом градусо-суток отопительного периода (ГСОП):

$$D = (t_{вн} - t_{оп}) * z \quad (1)$$

где D – градусо-сутки отопительного периода (°C* сут), $t_{вн}$ – расчетная температура внутреннего воздуха, °C.

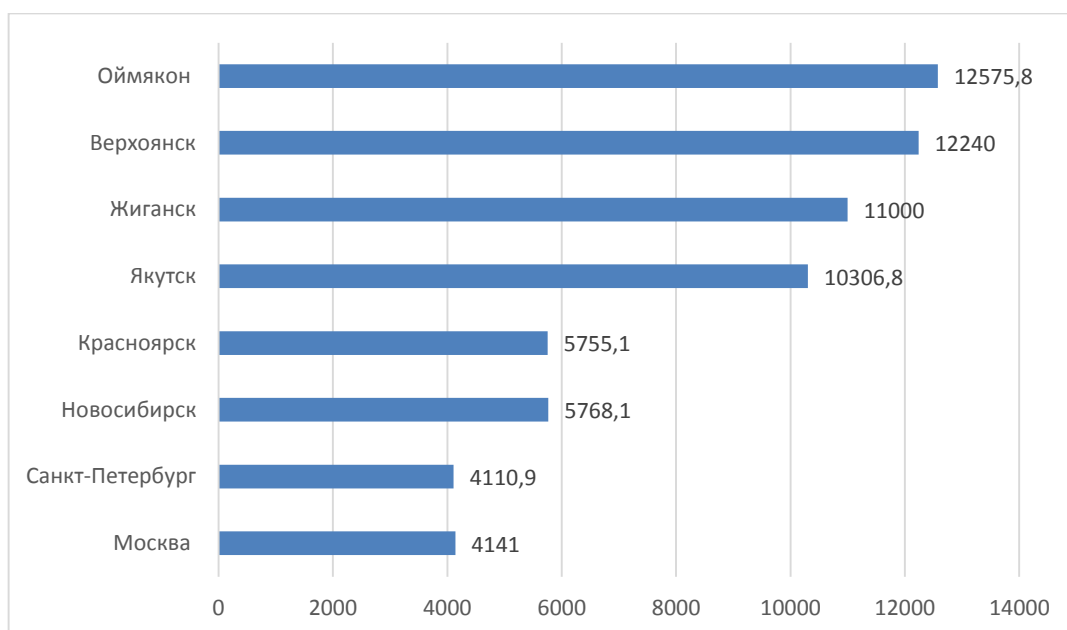


Рис. 1. Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП) для различных городов России

Как видно из графика, суровость Республики Саха (Якутия) значительно превышает значения городов России. ГСОП в Оймяконе превышает в 3 раза значения города Москва.

Сложность жизнеобеспечения обуславливается большой территорией, а также рассредоточенностью населенных пунктов относительно друг друга. Расстояние между поселениями в отдаленных районах Якутии может достигать до 600 км [1].

Теплоснабжение населенных пунктов имеет значительную роль в жизнедеятельности человека особенно в условиях Севера. В Якутии идет тенденция строительства индивидуальных домов с автономным теплоснабжением, следовательно, необходимо обратить внимание на автономные источники теплоснабжения, которые имеют очень широкий спрос. Отсутствие протяженных внешних тепловых сетей и обслуживание преимущественно однотипных потребителей позволяет практически исключить потери теплоносителя в тепловых сетях и потери теплоты от совмещения графиков отпуска теплоты разнотипными потребителями, используя все преимущества местного регулирования.

В 2013 году начала свою деятельность компания, занимающаяся производством твердотопливных котлов длительного горения на территории Республики Саха (Якутия). В течении 6-ти лет котлы прошли испытания в с.Оймякон, где температура наружного воздуха в зимний период достигает до -65°C . Выпускаемые модели котлов прошли глубокую модернизацию от исходного продукта с учетом всех требований необходимых для бесперебойного функционирования в условиях Якутии. Исходя от территориального месторасположения объектов, в качестве твердого топлива используют бурый уголь, дрова [2].

Достоинством твердотопливных котлов является то, что с их помощью возможно создать полностью автономную систему отопления. Немаловажным плюсом является доступность и сравнительно невысокая стоимость топлива. Основным недостатком является то, что они не могут работать в полностью автоматическом режиме, т.к. требуют регулярной загрузки топлива [3].

Анализ опубликованных данных показывает, что в настоящее время установлено более 950 котлов марки «Liepsnele» мощностью 10, 20 и 40 кВт, в 33 улусах Республики Саха (Якутия).



Рис. 2. Твердотопливный котел «Liepsnele» с мощностью 20 кВт, установленный в с. Балаганнах

В ходе проведения мониторинга был определен коэффициент полезного действия при помощи портативного прибора КГА-8. Представляет собой многоканальное микропроцессорное устройство, предназначенное для измерения состава сложных газовых смесей в широком диапазоне концентраций, измерения сопутствующих параметров, т.к. температура, атмосферное давление, относительное давление, скорость потоков газа) [4].

В таблице 2 приведен пример определения состава газов, потерь тепла, относительного давления и КПД, полученных в ходе обследования твердотопливного котла «Liepsnele».

Таблица 2

Пример определения содержания газов (O₂,CO₂, CO,NO,SO₂,H₂), потерь тепла, температуры газов,относительного давления и КПД

O ₂ ,%	CO ₂ , %	CO, ppm	NO, ppm	Ту.г., С	SO ₂ , ppm	H ₂ , ppm	ALFA	Q ₂ , %	КПД, %	Q ₃ , %	Ратм, мм рт.ст
13,2	04,3	2436	0041	0256	0110	2643	02,69	23,9	73,9	02,1	736
13,1	04,4	2436	0043	0258	0110	2662	02,65	23,8	74,0	02,1	736
12,9	04,5	2436	0043	0268	0110	2662	02,59	24,2	73,6	02,0	736

Как показывает практика эксплуатации твердотопливных котлов на местном топливе в Республике Саха (Якутия), КПД варьируется в диапазоне 39-85%. КПД котлов во многом зависит от вида и качества сжигаемого топлива, влажности, конструктивных особенностей котла. Пониженные значения теплопроизводительности теплогенератора обуславливаются ростом коэффициента избытка воздуха, что приводит к повышению потерь теплоты с уходящими газами q_2 , а также за счет механического недожога топлива q_4 [5].

Таким образом, для увеличения теплопроизводительности котлов длительного горения в условиях Севера можно выделить ряд проблем, требующих тщательного изучения и дополнительной проработки. На основе всего вышеизложенного планируется проведение измерений эксплуатационных параметров котлов, для выявления возможных причин снижения КПД в условиях Севера.

Список литературы:

1. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» (Актуализированная версия СНиП 23-01-99). –Москва: Минрегион России, 2012. – 120 с.
2. ООО «СахаЛипснеле» [Электронный ресурс]. URL: <http://sakha-liepsnele.ru/o-nas/> (дата обращения 07.01.2019).
3. Исследование целесообразности использования автономных систем теплоснабжения на Севере // Актуальные вопросы технических наук: материалы междунар. заоч. конф. (г. Пермь, июль 2011 г.) / Под общ.ред. Г.Д. Ахметовой – Пермь: Меркурий, 2011 – С. 57-58.
4. Паспорт прибора КГА-8 КГ2.036.004 ПС.
5. Исследование эффективности применения и эксплуатации твердотопливных котлов длительного горения марки «Liepsnele» в РС (Я). Т. 1/Отчет по НИР/ ФГАОУ ВО СВФУ, рук. В.Н. Иванов, Якутск, 2013.

Обзор и анализ основных методов борьбы с пучинообразованием

*Харитонова С.Д., студент,
Северо-Восточный федеральный университет,
г.Якутск.
E-mail:saxajaanax@mail.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент Копылов С.В.*

Одним из актуальных вопросов, возникающих при строительстве автомобильной дороги, является пучинообразование.

Морозное пучение возникает при одновременном сочетании трех факторов:

- наличие пучинистых грунтов;
- интенсивное влагонакопление;
- медленное и глубокое оттаивание грунтов под дорожной одеждой.[1]

В современное время на территории Российской Федерации используются различные противопучинистые мероприятия и целью данной статьи является обзор и анализ основных методов защиты грунта от морозного пучения.

Под противопучинистыми понимают такие мероприятия, которые направлены на поддержание грунта в устойчивом состоянии, исключая деформации, такие как выпучивание грунта, неравномерное поднятие участков покрытия, образование отдельных бугров или группы бугров на покрытии. Значительная часть из них имеет сетку трещин, концентрирующуюся у вершины бугров пучения, которые разрушают покрытие на отдельные куски различной величины и формы. Образование пучин может развиваться как по ширине проезжей части, так и вдоль нее.

Таблица 1

Методы борьбы с пучинообразованием

Название метода	Суть	Достоинства	Недостатки
Замена грунта	Замена пучинистого грунта на непучинистые, такие как пески мелкие, средние, крупные, гравелистые, с коэффициентом фильтрации не менее 1 м/сут; скальные, крупнообломочные грунты и т.д.	Наиболее радикальный способ, доступность материала, простота при устройстве.	Песчаные слои со временем заиливаются, в связи с этим необходима укладка противозаиливающих прослоек из геосинтетических материалов, из-за чего могут быть дополнительные затраты.

Стабилизация грунта	Стабилизация пучинистых грунтов вяжущими материалами, реагентами, синтетическими смолами.	Укрепленные грунты в зависимости от примененных добавок могут выполнять функции гидроизоляционных, теплоизолирующих или морозозащитных слоев.	Недостаточность нормативных материалов, иногда экономически затратные.
Гидромелиоративные мероприятия	Направлены на улучшение гидрологических условий, т.е. на понижение уровня грунтовых вод, на уменьшение водонасыщения или на осушение промерзающего слоя путем устройства дренажных и водосборных канав, коллекторов и трубопроводов, иглофильтров и погружных насосов.	Гидромелиоративные мероприятия эффективны прежде всего тем, что снижают остроту или полностью устраняют одну из важнейших причин пучения грунта – грунтовую влагу. Слабонасыщенный грунт, не имеющий постоянного притока влаги из нижележащих слоев к фронту промерзания, будет менее пучинистым, а действующие на сооружения силы – значительно ниже [2]	Трудоемки и экономически затратные.
Инъекция цементными растворами	Через пробуренные скважины в грунт под давлением нагнетают цементный раствор, который после твердения придает прочность грунту.	Плюсы этих методов являются техническая простота, небольшое время выполнения работ, а также применения в стесненных условиях.	Сложность контроля качества работ, прогнозирования характеристик грунтового массива после усиления основания, прогнозирование осадок и несущей способности конструкции.
Применение геосинтетических материалов	Геосинтетика увеличивает несущую способность грунта и уменьшает его деформации. К особенностям использования геосинтетических материалов можно отнести то, что они обеспечивают надежность конструкции на слабых основаниях [3]	Плюсы этого метода – в большой прочности геосинтетиков, их экологичности, взаимозаменяемости и способности выполнять сразу несколько функций.	К минусам можно отнести появление дефектов на материале из-за неправильного хранения или эксплуатации материала.

Термосифоны	Термосифон работает за счет испарения рабочей жидкости на нижнем заглубленном конце, когда пар поднимается через адиабатическую секцию, а затем конденсируется на стенках конденсатора. При конденсации пар отдает свое скрытое тепло стенке, а затем наружному воздуху. Конденсация происходит, когда температура воздуха ниже температуры насыщения газа. Естественная конвекция создается, когда тепло поглощается почвой и отбрасывается в атмосферу. Теплообмен прекращается, когда температура воздуха выше, чем у почвы [4]	Термосифоны эффективно понижают температуру земли в условиях вечной мерзлоты.	Неконденсирующиеся газы могут накапливаться внутри верхней части конденсатора из-за коррозии. Это снижает тепловые характеристики за счет блокировки рабочей жидкости от достижения всей длины конденсатора.
Поперечные охлаждающие трубы	Применяются железобетонные, металлические и пластмассовые трубы, варьируется высота над подошвой насыпи и шаг укладки труб. Для эффективной работы поперечных охлаждающих труб необходимо закрывать их отверстия на теплый период года и открывать с наступлением зимы. Для этого применяются автоматические заслонки [5]	Эффективно понижают температуру земли в условиях вечной мерзлоты.	При несоблюдении технологии устройства поперечных охлаждающих труб этот метод может быть не эффективным.

Исходя из этого, можно сделать следующие выводы:

-Противопучинистые мероприятия являются важным аспектом в строительстве, так как большая часть территории России находится в условиях вечной мерзлоты;

- Замена грунта – самый распространенный метод на территории России при строительстве автомобильной дороги;

- Одним из трудоемких и экономически нецелесообразными методами являются гидромелиоративные мероприятия;

- Перспективные методы для дальнейшего исследования – стабилизация грунта, инъекция цементными растворами, использование геосинтетических материалов, термосифоны и поперечные охлаждающие трубы.

Термосифоны и поперечные охлаждающие трубы также широко используется в других холодных регионах, таких как Канада и Китай. Эти разработки привели к созданию более эффективной и универсальной технологии, которая может использоваться для поддержания грунта в устойчивом состоянии, исключая деформации путем поддержания вечной мерзлоты в замороженном состоянии.

Список литературы:

1. Вялов С.С. Реологические свойства и несущая способность мерзлых грунтов. Издательство - Москва, 2009.

2. Чернышева И.А., Мащенко А.В. Сравнение методов защиты от морозного пучения грунта // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2016. – Т. 7, № 4. – С. 64–72.

3. Кузнецов П.Ю., Гриб Н.Н., Скоморошко Ю.Н. Горная теплофизика: учебное пособие – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018 – 126с

4. Львович Ю.М. Геосинтетические и геопластиковые материалы в дорожном строительстве. Обзорная информация. – М., 2002. – Вып. 7. – 77 с.

5. Lin Zhanju, NiuFujin&XuZhiying et al. Roadbed Diseases and Their Development States along the Qinghai-Tibet Railway. Proceeding of the Eighth International Symposium on Permafrost Engineering. 15-17 October, 2009, Xi'an, Cnina. — P. 489-501.

6. Zhang Luxin, Liu Jiankun. Numerical investigation of experimental roadbed thermal stability on Fenghuoshan permafrost in Tibet. Proc. International Symposium on Geocryological Problems of Construction in Eastern Russia and Northern China. — Yakutsk: SB RAS Pablshers, 1998.

К вопросу воздухопроницаемости высотных жилых зданий в климатических условиях Севера

*Харюзов Д.В., студент,
Слободчиков Е.Г., зав. лабораторией кафедры ТГВ
Северо-Восточный федеральный университет,
г. Якутск
E-mail: dima_haruzov@mail.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент Иванова А.В.*

В климатических условиях Севера важной задачей являются повышение надежности наружных ограждающих конструкций. Следует принимать во внимание характерные черты локального микроклимата помещения, в зависимости от резко континентального климата. Потери тепла в ограждающих конструкциях, многоэтажных зданий не соответствуют нормам, имеется большой перерасход энергетических ресурсов.

Под термином воздухопроницаемость G_v (кг/м² час), понимается массовый расход воздуха в единицу времени, через единицу площади поверхности, ограждающей конструкции (слоя теплоизоляции), при разнице (перепаде) давлений воздуха на поверхности конструкции. Воздухопроницаемость характеризует не материал, а слой материала или ограждающую конструкцию (слой теплоизоляции) определенной толщины.

Сущность метода измерения воздухообмена заключается в том, что в измеряемое помещение подают или вытягивают из него воздух и после определения стационарного воздушного потока, через вентилятор, при фиксированном перепаде давления между измеряемым помещением и наружной средой, производят замеры расхода воздуха через вентилятор и присваивают его к расходу воздуха, фильтрующегося через ограждения, ограничивающие испытываемое помещение. Согласно итогам замеров вычисляют общие свойства воздухопроницаемости наружных ограждающих конструкций измеряемого помещения.

Для измерения воздухопроницаемости ограждающих конструкций были выбраны многоквартирные жилые дома, находящиеся в г. Якутске, 9 этажный, 14 этажный и 16 этажный, конструктивная схема: монолитно-каркасная. Измерения производились с помощью специального оборудования: аэродверь «Retrotec 5000» (рис 1.); анализатор температуры и влажности воздуха «Testo 435-4»; Тепловизор «SatirHY-G90».

Аэродверь — специализированный манометрический течеискатель, рассчитанный с целью выполнения натуральных тестирований воздухопроницаемости ограждающих конструкций сооружения, замера кратности воздухообмена сооружения, а кроме того для оценки герметичности отдельных помещений или секций сооружения.

Аэродверь используется:

- для замера характеристик воздухопроницаемости ограждающих конструкций зданий и кратности воздухообмена помещений;
- для выявления воздухопроницаемых дефектов;
- для оценки энергоэффективности сооружения;

- для контроля работы систем вентиляции;
- для установления кратности воздухообмена.



Рис.1 «Аэродверь «Retrotec 5000», установленная в дверной проем»

На рис. 1 изображена аэродверь, установленная в дверной проем при входе в квартиру, для проведения измерений, по требованиям, были закрыты все форточки, а также решетки систем вытяжной вентиляции (рис. 2). С помощью ноутбука и манометра, и остальных приборов, производились измерения с 1 по 9 этаж, преимущественно в угловых квартирах (рис. 3).

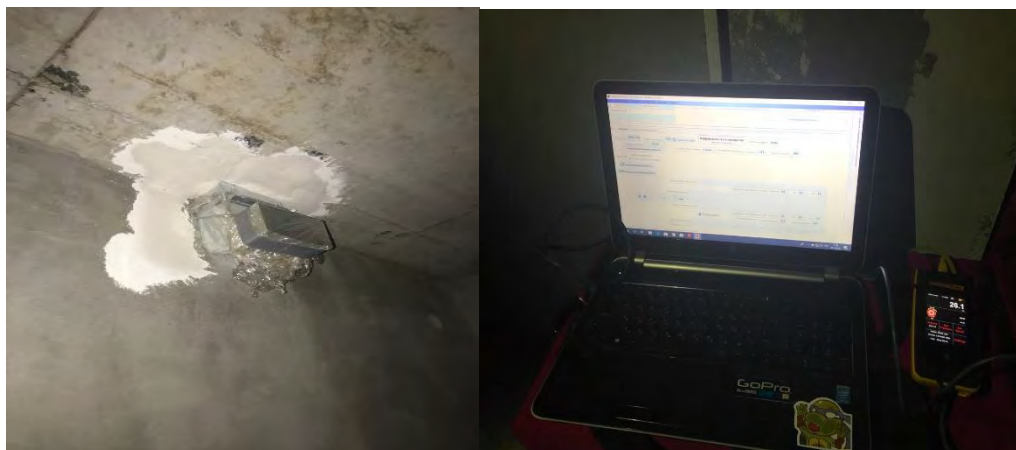


Рис.2 «Загерметизированный вентканал» Рис.3 «Оборудование для испытания»

С помощью приборов было установлено, что температура внутри помещения квартир с 1 по 9 этаж колебалась от 21-34°C, а снаружи помещения составляла -39 °С.

Также было произведено тепловизионное обследование наружных ограждающих конструкций на наличие дефектов в толще ограждающей конструкции.

Данные измерений одной их квартир многоэтажного жилого дома прикреплены ниже. С помощью программы «Retrotec» были построены графики зависимостей потока от давления (рис. 5); а также давления от времени (рис. 6).

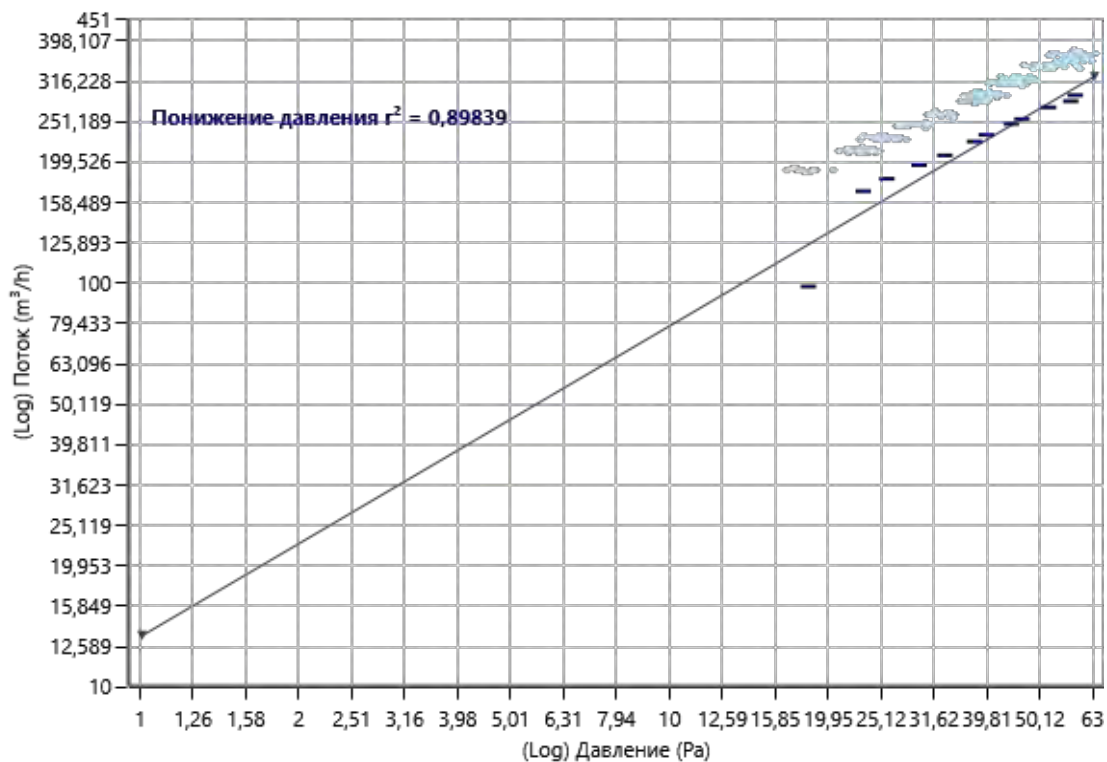


Рис. 5 Изменение потока воздуха (м³/ч) при понижении давления (Pa)

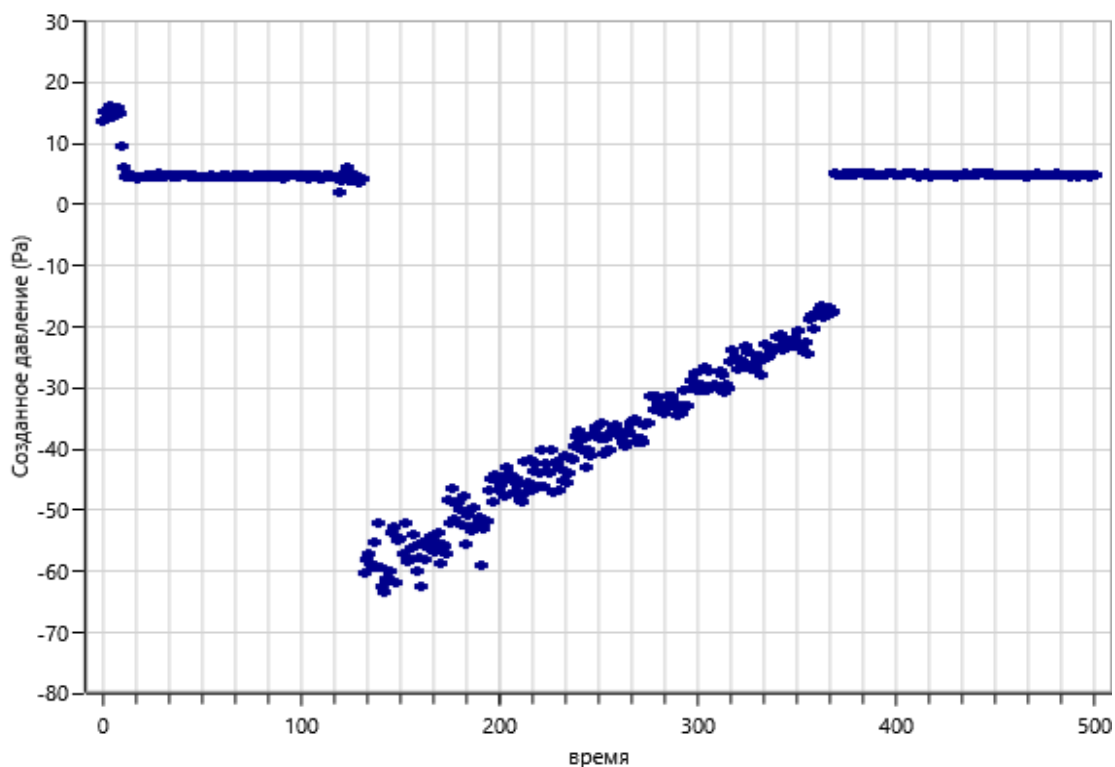


Рис. 6 Созданное давление (Pa) за определенный промежуток времени (сек.)

Также с помощью приборов, были определены значения, обобщенные в таблице №1.

Таблица № 1

Результаты измерений

	Результаты	95% интервал доверительности		Неопределенность
Поток воздуха при 50 Pa, Q ₅₀ [m ³ /h]	397,15	394,4713	399,8923	+/-0,68%
Изменения воздуха при 50 Pa, n ₅₀ [/h]	1,50	1,4924	1,5129	+/-0,68%
Поток воздуха при 4 Pa, Q ₄ [m ³ /h]	81,600	76,9708	86,5046	+/-5,84%
Проницаемость при 4 Pa, Q _{4 Pa surf} [m ³ /h/m ²]	2,313	2,1778	2,4480	+/-5,80%
Эффективная зона утечки при 4 Pa, A _L [cm ²], c _d =0.6	146,5	138,0	155,5	+/-6,00%
Эффективная зона утечки 4 Pa, A _L [cm ²]	87,95	82,9487	93,2230	+/-6,00%

После измерения всех предусмотренных для сравнения многоэтажных домов, планируется произвести сравнение значений воздухопроницаемости зданий в зависимости от расположения объекта, его этажности и типа наружной ограждающей конструкции. Проведенные измерения должны будут выявить проблемы в тепловой защите здания, а также поспособствовать их дальнейшему исправлению в условиях Севера.

Список литературы:

1. Аэродверь [Электронный ресурс].URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Аэродверь/> (дата обращения 06.02.2019).
2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Введ. 1.01.2012. Москва: ОАО «НИЦ «Строительство», 2012.
3. Пиир А. Э., Козак О. А. Повышение тепловой эффективности жилых зданий в суровых климатических условиях // Повышение энергоэффективности объектов энергетики и систем теплоснабжения: материалы Всероссийской научно-технической конференции / Омский государственный университет путей сообщения. Омск, 2017.

Фундамент из автомобильных покрышек для малоэтажного строительства

*Шпийс А.В., студент
Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,
г. Нерюнгри
E-mail: bolt9779@yandex.ru*

*Научный руководитель:
старший преподаватель Анисимов Н.А.*

Введение. Фундамент является одной из наиболее ответственных частей сооружения, который воспринимает нагрузку от надземных частей сооружения и передаёт её основанию. Проектирование фундаментов является комплексной задачей,

для решения которой необходимо учесть совместную работу оснований фундаментов и надземных конструкций сооружения. При этом конструктивное решение фундаментов должно быть наиболее экономичным по расходу материалов, объёму работ и их стоимости.

Цель научной работы: рассмотреть новый вид фундамента, а именно автомобильные покрышки. Провести анализ использования и выявить недостатки этого фундамента.

Задачи:

1. Разобрать систему возведения данного вида
2. Уточнить преимущества и недостатки
3. Подчеркнуть высокую актуальность для малоэтажных зданий

Актуальность работы. На данный момент, в Республике Саха (Якутии), не ведётся широкое строительство многоэтажных зданий, из-за потенциальных сейсмических угроз и больших денежных затрат. А, следовательно, упор ведётся на малоэтажные здания. И представленный фундамент автомобильных покрышек является интересным, новым и компактным видом.

Описание

Любой человек, который решил начать строительство собственного дома, бани, гаража или любого другого строения, предварительно просчитывает затраты. Конечно же, всем хочется сократить расходы на строительство, но при этом получить конструкцию хорошего качества. Традиционно немалая часть средств уходит на возведение основания строения и его подземной части. Потому многих сегодня интересует способ обустройства фундамента из старых покрышек.

Фундамент на покрышках — совершенно новый тип основания, который может быть изготовлен как под небольшой постройкой, так и под частным домом. Причём это можно сделать своими руками.

Преимущества и недостатки

Преимуществами являются:

- значительное сокращение денежных средств на покупку строительных материалов;
- способность выдерживать большие нагрузки;
- выполнение работы за короткий срок при небольшом количестве рабочей силы;
- высокая надёжность опоры из покрышек, позволяющая избегать опрокидывания конструкции из-за осадки грунта;
- долговечность конструкции;
- устойчивость к температурным изменениям;
- амортизация фундамента позволяет избегать деформации постройки;
- вполне пригодна для зон с повышенной сейсмоактивностью.

Недостатком является выделение из шин вредных веществ. По этой причине при возведении фундамента необходимо создать специальные условия, которые позволят безопасно и безвредно эксплуатировать фундамент. Как правило, чтобы основание никак не навредило окружающей обстановке и людям, шины оставляют под землей, не выводя их наружу.

Область применения фундамента

Фундамент на шинах можно использовать для закладки под постройки на пучинистом грунте и возведения зданий в зоне сейсмической активности. Основа подходит для строительства:

- Сарая, гаража и других хозяйственных сооружений. Опорные столбы из покрышек устанавливаются по углам построек.
- Бани. Опора из покрышек для бани из дерева не засыпается. По такому принципу может возводиться и открытая летняя беседка.
- Каркасного дома. Шины для жилой постройки укладываются в несколько слоев. При этом, под дом необходимо всегда выкапывать котлован.
- Забора. Материал в один слой располагают по периметру ограждения.

Виды фундамента и технология укладки

Строительная конструкция из колесных шин отличается по способу установки. Она имеет следующие виды:

- Плитный. Автошины под плиту укладываются в два слоя. Установка такого фундамента требует опыта работы с арматурой.

- Столбчатый. Опорная конструкция представляет собой столбы с шинами, которые могут иметь до четырёх покрышек в высоту (в зависимости от размеров шин).

Для закладки плитного фундамента, с использованием шин, земля на участке расчищается, а верхний слой почвы снимается в обязательном порядке. Затем, производится укладка шинного материала в два слоя (укладку следует контролировать уровнем). Пустоты между шинами и внутри покрышек засыпаются гравием, щебнем, битым кирпичом. При этом, каждая шина заполняется лишь на 80%. Далее укладываются железо-бетонные плиты перекрытия.

Чтобы заложить столбчатый фундамент на покрышках необходимо: выкопать котлован и выровнять его дно песком; выполнить разметку участка по периметру согласно плану будущей постройки при помощи столбов; поместить покрышки в несколько слоев на столбах таким образом, чтобы разметка оказалась по центру; выровнять высоту столбов с помощью строительного уровня; засыпать шины щебнем, утрамбовывая материал слой за слоем; увлажнить щебень и залить бетоном каждую покрышку.

Таким образом, считаю, что использовать автомобильные покрышки в качестве фундамента, на территории Якутии, можно исходя из финансовой и практической выгоды.

Список литературы:

1. Далматов Б.И., Бронин В. Н. и др. Механика грунтов. Ч.1. Основы геотехники в строительстве. - СПб.: Издательство АСВ, 2000.
2. Иванов П.Л. Грунты и основания гидротехнических сооружений. - М.: Высшая школа, 2010
3. Берлинов, М.В. Расчет оснований и фундаментов [Текст]: учеб. Для ср. спец. учеб.заведений / М.В. Берлинов, Б.А. Ягупов. - М.: Стройиздат, 2000. - 272 с.

Секция 2. Энергетика и фундаментальные основы физики

Отражение звуковой волны от границы двух полупространств с различным акустическим сопротивлением, с учетом поглощения звука в пограничном слое

*Алинов Б. М., студент,
Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,
г. Нерюнгри
E-mail: bakhodur.alinov@yandex.ru*

*Научный руководитель:
к.ф.-м.н., доцент Мусакаев М.А.*

Первым, кто решил задачу о взаимодействии плоской гармонической звуковой волны с плоской абсолютно твердой стенкой был Б.П. Константинов [1, 2]. Его работа была построена на методике расчета поглощения звука в акустическом пограничном слое, созданная немецким физиком Г. Кирхгофом. На основании работ Г. Кирхгофа и Б.П. Константинова поглощение звука в пограничном слое вызывается появлением на границе раздела сред неоднородных вязких и тепловых волн в результате взаимодействия с границей акустической волны.

Следующим шагом в теории Кирхгофа и Константинова стали работы, в которых была решена задача о взаимодействии плоской гармонической звуковой волны с плоской бесконечной границей двух разных полупространств, характеризующихся произвольным набором акустических и термодинамических параметров.

Если предположить, что плоская гармоническая звуковая волна, распространяясь в положительном направлении оси x , падает под произвольным углом падения θ на плоскую бесконечную границу двух полупространств, которая совпадает с плоскостью $x = 0$, то упрощенные граничные условия задачи будут иметь следующий вид:

$$U_x = U_{x_2}, \rho = \rho_2; \quad (1)$$

$$U_y = U_{y_2}, \quad (2)$$

$$T' = T'_y \quad (3)$$

$$\chi \frac{\partial T'}{\partial x} = \chi_2 \frac{\partial T'_2}{\partial x}; \quad (4)$$

$$\eta \frac{\partial U_y}{\partial x} = \eta_2 \frac{\partial U_{y_2}}{\partial x}; \quad (5)$$

Здесь U_x , U_y – соответственно нормальная и тангенциальная компоненты колебательной скорости, p – звуковое давление, T' – акустическая добавка к температуре, η – коэффициент динамической вязкости жидкости, χ – коэффициент теплопроводности жидкости. Параметры первой среды, из которой волна, распространяясь, падает на границу, не имеют нижних индексов, а параметры второй среды имеют индекс “2”.

Граничные условия (1) являются условиями, обычно используемыми в классической (линейной) акустике. Эти условия заключаются в равенстве на границе нормальных компонент колебательных скоростей и звуковых давлений. Граничные

условия (2) и (3) указывают соответственно на возможность возникновения вязких волн и тепловых волн на границе. Уравнение (4) является законом сохранения потока тепла, идущего через границу, а уравнение (5) и условие $\rho = \rho_2$ выполняют требование обращения в нуль суммы всех сил, действующих с обеих сторон на любой элемент границы.

Решение системы уравнений, которая появляется в результате применения граничных условий (1) - (5), позволяет найти формулу для расчетов коэффициента отражения R:

$$R = \frac{1-X-Y-iY}{1+X+Y+iY} \quad (6)$$

В формуле (6) применены следующие обозначения:

$$\left. \begin{aligned} X &= \frac{\rho c}{\rho_2 c_2} \frac{\cos \theta_2}{\cos \theta} \\ Y &= \cos^{-1} \theta \left(b_{21} \frac{K_p}{K_B} \sin^2 \theta + b_{11} \frac{K_c}{K_T} \right) \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

$$\left. \begin{aligned} b_{21} &= \sqrt{\frac{\omega \nu}{2c^2}} \\ b_{11} &= (\Gamma - 1) \sqrt{\frac{\omega a}{2c^2}} \\ \cos \theta_2 &= \sqrt{1 - \frac{c_2^2}{c^2} \sin^2 \theta} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

$$\left. \begin{aligned} K_B &= \left| 1 - \sqrt{\frac{\eta \rho}{\eta_2 \rho_2}} \right| \\ K_p &= \left(1 - \frac{\rho}{\rho_2} \right)^2; \quad K_T = \left| 1 - \sqrt{\frac{C_p \rho \chi}{\eta_2 \rho_2}} \right| \\ K_c &= \left(1 - \frac{C_p \rho \beta_2}{\rho_2 C_{p2} \beta} \right)^2 \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Здесь c – адиабатическая скорость звука, ρ – плотность среды, θ – угол падения волны, θ_2 – угол преломления, ν – коэффициент кинематической вязкости, Γ – коэффициент нелинейной среды (для газов $\Gamma \equiv \gamma = C_p/C_v$), C_p и C_v – теплоемкости при постоянном давлении и объеме, β – коэффициент объемного расширения, $\omega = 2\pi f$ – частота звуковой волны [3,4].

В выражении (7) коэффициенты K_T и K_B учитывают величину и направление распространения тепловых потоков, возникающих на границе полупространств. Энергия, уносимая этими потоками, независимо от их направления, исчезает из баланса энергии акустического поля и по этой причине эти коэффициенты всегда должны иметь положительный знак.

В случаях, когда возрастает частота волны ω при фиксированном угле падения волны θ или растет величина θ при постоянной частоте ω , величина поглощенной энергии в пограничном слое повышается. Это позволяет, на основании закона сохранения энергии утверждать, что абсолютные значения коэффициента отражения R должны уменьшаться с ростом частоты звуковой волны. Применение этого правила к формуле (6) показало, что оно выполняется, если звуковая волна распространяется в

акустически менее плотной среде и падает на границу, образованную акустически более плотной средой, то есть, когда $\rho c < \rho_2 c_2$. Как видим на рис.1 значение коэффициента отражения падает с ростом частоты.

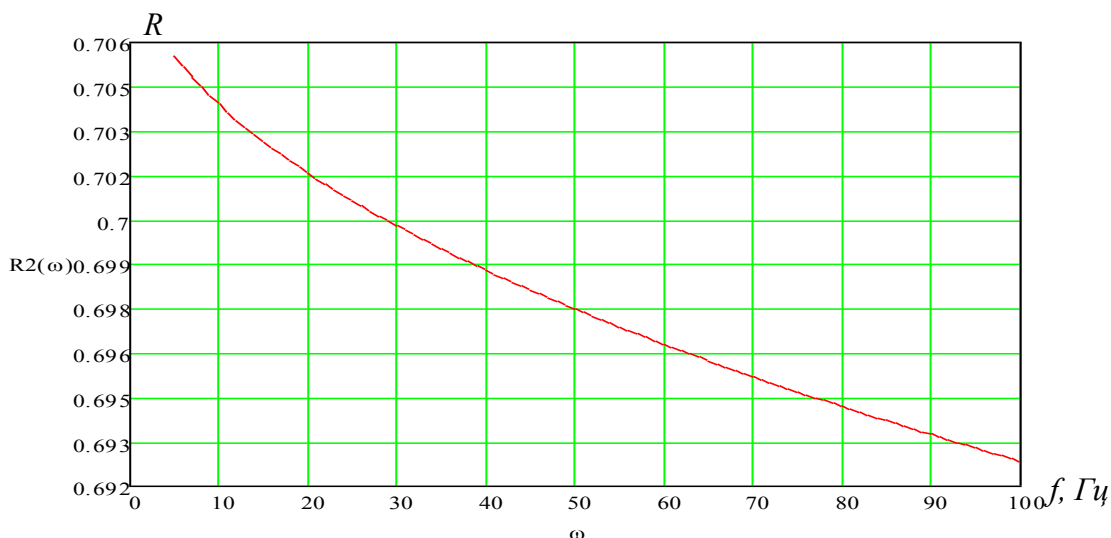


Рис. 1. Отражение звуковой волны от границы вода-мрамор

Если же $\rho c > \rho_2 c_2$, то имеет место возрастание коэффициента отражения R, а это противоречит закону сохранения энергии. Из рис. 2 видно, что возрастание значения коэффициента отражения соответствует нашему предположению.

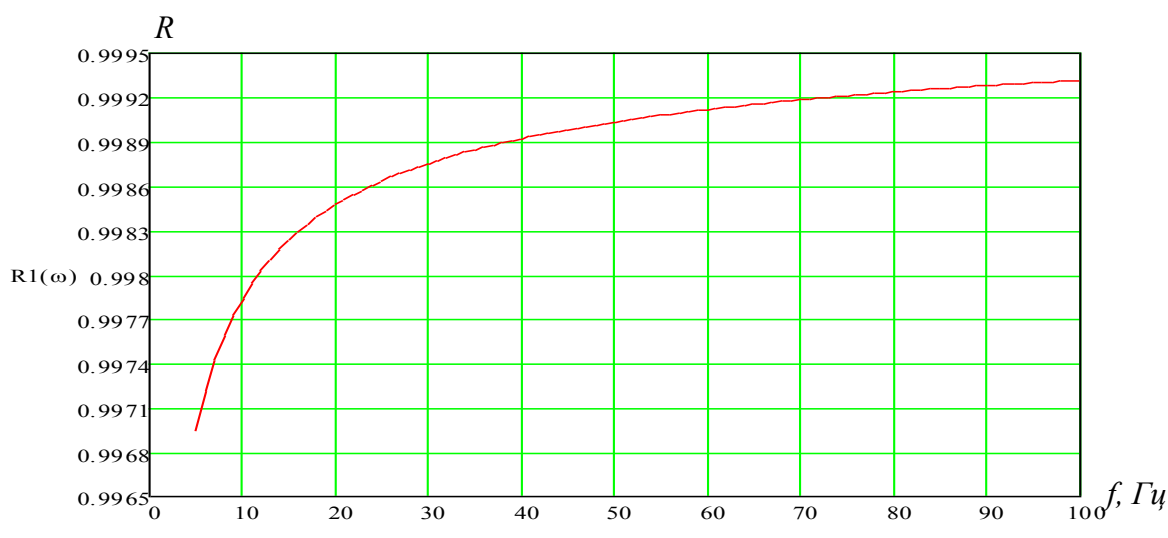


Рис. 2. Отражение звуковой волны от границы вода-глина

Анализ решения задачи и граничных условий (1) - (5) показал, что возникшие противоречия могут быть сняты. Для этого нужно принять дополнительное условие, которое заключается в том, что граничные условия (1) - (5) выполняются всегда, если неоднородные вязкие и тепловые волны образуются только в полупространстве, являющемся акустически менее плотной средой по отношению ко второму полупространству. Тогда, с учетом этого правила, для случая, когда звуковая волна распространяясь в акустически более плотной среде падает на границу, представляющую собой поверхность акустически менее плотной среды, получаем выражение для расчета коэффициента отражения:

$$R = \frac{1-X+Y+iY}{1+X+Y+iY} \quad (10)$$

Если сопоставить формулы (6) и (10), то нетрудно заметить, что их структура не изменилась, а изменились лишь знаки в числителе перед комплексом Y , учитывающим поглощение звука в пограничном слое границы. Это связано с изменением направления волновых векторов вязких и тепловых волн по отношению к волновому вектору звуковой волны. В первом случае эти вектора направлены навстречу друг другу, а во втором их направления совпадают.

В заключение отметим, что полученные выше формулы для расчетов коэффициентов отражения R по давлению выдерживают испытание на предельные переходы. В частности, из значений полученных при расчетах коэффициентов отражения данной поверхности, можно построить акустическую картину этой поверхности.

Список литературы:

1. Легуша Ф.Ф. Расчет коэффициентов отражения и прохождения плоской волны через границу раздела двух жидких сред с учетом их вязкости и теплопроводности. – Письма в ЖТФ, 1982, т. 8, № 22, с. 1390-1392.
2. Легуша Ф.Ф., Мусакаев М.А. Расчет коэффициентов отражения и прохождения звуковой волны, взаимодействующей с бесконечной границей двух жидких полупространств, с учетом поглощения звука в пограничном слое. – Труды НТК: «Кораблестроительное образование и наука – 2005», Из-во СПб ГМТУ, 2005, с. 384-389.
3. Васильев Б.П., Легуша Ф.Ф., Мусакаев М.А., Олейник М.М. Диссипация акустической энергии в трубах, заполненных жидкостями. – Морские интеллектуальные технологии, №4, 2012, с. 30-33.
4. Легуша Ф.Ф., Мусакаев М.А., Попков С.В., Ткаченко И.В. Влияние диссипации энергии в акустическом пограничном слое на коэффициент отражения плоской звуковой волны от границы газ-жидкость. – Вестник СПбО АИН, вып. 11 – СПб: из-во Университета ИТМО, 2015, с. 51-64.

Структурные и оптические свойства доменов MoS₂, синтезированных методом CVD

***Боякинов Е. Ф., аспирант, Захаркина Е. И., Семенова А. А., Винокуров П. В.,
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,
г. Якутск
E-mail: Boyakinov@gmail.ru***

***Научный руководитель:
д.ф.-м.н., доцент Григорьев Ю. М.***

Несмотря на работы 1960-х годов по объемным и химически расслоенным дихалькогенидам переходных металлов (ДПМ), интерес к атомарно-тонким и однослойным аналогам появился только после открытия графена [1]. Основная проблема использования графена в оптических приборах связана с отсутствием

ширины запрещенной зоны. Открывание запрещенной зоны в полуметаллическом графене (легирование, химическая функционализация) сопровождаются существенным снижением электрической проводимости и подвижности носителей заряда [2]. Напротив, несмотря на малый вес двумерных материалов и их высокую оптическую прозрачность, класс ДПМ, в частности дисульфид молибдена (MoS_2), открывает возможности в создании новых оптоэлектронных устройств. MoS_2 может быть получен в виде 2D материала, представляющий собой композицию X-M-X (где M обозначает переходный металл, а X обозначает атомы халкогена). В зависимости от химического состава, структурной конфигурации и толщины, атомно тонкие материалы могут иметь металлические, полуметаллические, полупроводниковые, диэлектрические, топологические и сверхпроводящие свойства. ДПМ имеют широкий диапазон величин ширины запрещенной зоны: от видимого до инфракрасного [3]. Благодаря наличию большого спин-орбитального взаимодействия и из-за возможности управления спинами электронов, ДПМ представляют особый интерес в валлейтронике. По сравнению с многослойным, в однослойном MoS_2 наблюдается переход от непрямозонной к прямозонной структуре полупроводника. Монослой MoS_2 обладает улучшенными фотолюминесцентными свойствами в диапазоне (1,8–1,9 эВ), подвижность носителей может достигать 200–350 $\text{cm}^2/(\text{V}\cdot\text{с})$ [4, 5]. Достижения в области ДПМ открывают новые возможности для тестирования новых гибридных 2D структур.

Существует ряд методов получения 2D материалов: электрохимическая интеркаляция лития, механическое расслоение, молекулярно-лучевая эпитаксия, магнетронное распыление, импульсное лазерное осаждение, осаждение атомного слоя и др. [5]. В последнее время химическое осаждение из газовой фазы (CVD) показало большие перспективы для синтеза. В отличие от нашей предыдущей работы, здесь используются сапфировые подложки (Al_2O_3) с ориентацией кристалла 0001 (размеры: 1 см x 1 см), а также подложки SiO_2 толщиной 300 нм [6, 7]. Сначала сапфир нагревали на воздухе в течение 1 часа при 1000 °С. Поверхности подложки предварительно обрабатывали ультразвуковой ванной в ацетоне, в изопропиловом спирте в течение 5 минут. Дополнительно подложки помещались в раствор серной кислоты и перекиси водорода в соотношении 1:3. После очистки в деионизированной воде подложки обрабатывают в плазме O_2 при мощности 150 Вт (5 минут). В качестве исходных прекурсоров используются порошки триоксида молибдена (MoO_3 , 17 г) и серы (220 г) от Sigma Aldrich в весовом соотношении 1:13. Подложки помещают в трехзонную трубчатую печь (Nabertherm 80/750 / RS) лицевой стороной вниз над тиглем с порошком MoO_3 , затем помещают в трубчатую печь с внутренним диаметром 7 см (см. рис. 1). Для синтеза устанавливаются следующие параметры: температура, время, давление, расход аргона и исходная концентрация прекурсоров. Перед нагревом камера CVD прокачивается с помощью роторного насоса в течение 1 часа, при котором достигается давление 1-5 Паскаля. Затем в течение одного часа при температуре 300 °С в трубчатую печь подают аргон до значений давления 1 атм. Следующий этап - нагрев до 700 °С, где аргон подается со скоростью 500 $\text{cm}^3/\text{мин}$. Затем в течение 30 минут подают аргон с пониженным значением потока 10 $\text{cm}^3/\text{мин}$, после чего происходит естественное охлаждение до комнатной температуры (в потоке аргона до 300 °С).

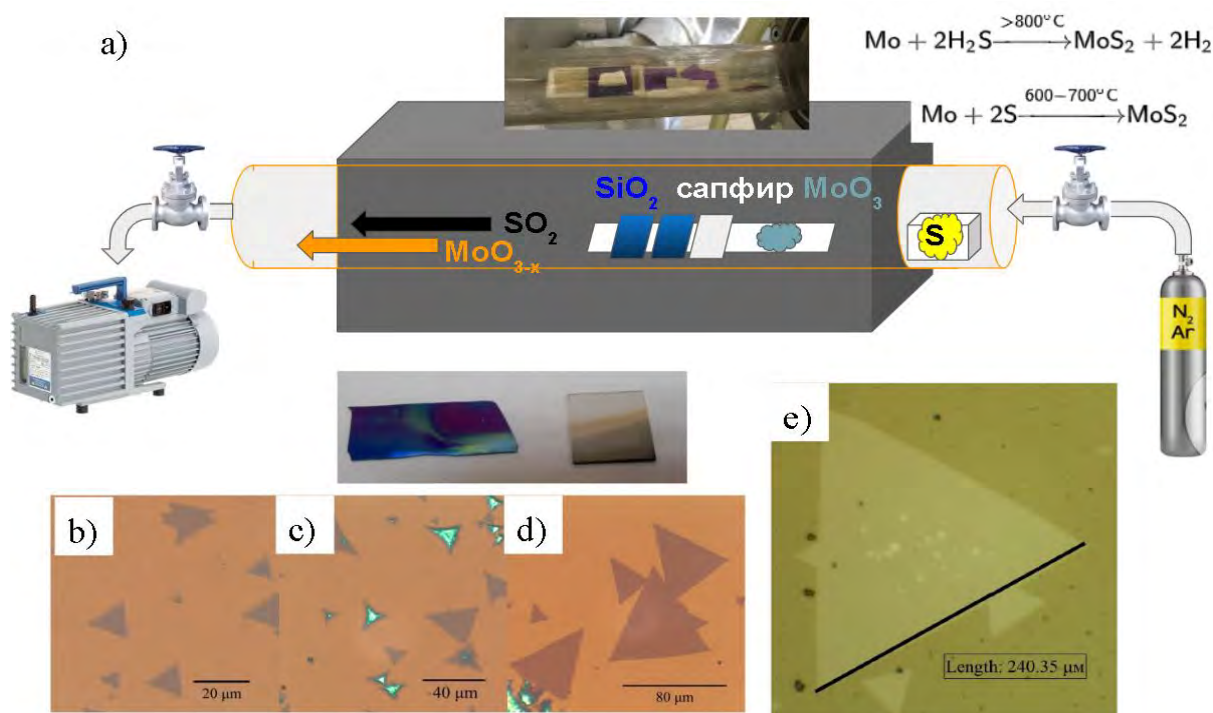


Рис. 1. а) принципиальная схема установки для синтеза; б), с), d) - оптические изображения доменов MoS₂ на SiO₂, е) - домен MoS₂, выращенный на сапфире

Структурные свойства полученных образцов исследованы с помощью атомно-силовой микроскопии (АСМ), сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), спектроскопии комбинационного рассеяния (рамановская спектроскопия), энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDX) и оптической микроскопии. Растровая электронная (РЭМ) и оптическая микроскопии подтвердили рост монокристаллических доменов MoS₂ с латеральными размерами до 80 мкм при синтезе на SiO₂ и до 240 мкм на сапфире. Толщина доменов MoS₂ определена с помощью атомно-силовой микроскопии: в диапазоне 0.8 - 0.9 нм (см. рис. 2). Энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия подтвердила содержание молибдена и серы в образце MoS₂/SiO₂: молибден (0,19 ат. %), сера (0,48 ат. %). На освещенном участке пленки MoS₂ наблюдается электрический отклик до значений тока -1,2 мкА при подаче напряжения 2 В (см. рис. 3). В дальнейшем планируется проведение расчетов MoS₂, WS₂, MoS₂/WS₂ в комбинации с графеном; исследование структурных, электронных и оптических свойств гетероструктур на основе двумерных ДПМ (MoS₂, WS₂) и графена.

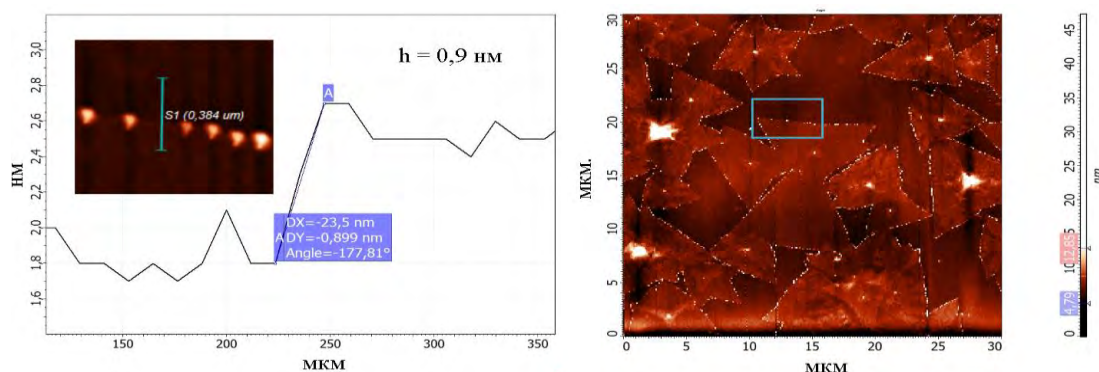


Рис. 2. АСМ-снимок границы однослойной MoS_2 на поверхности SiO_2 и высота профиля вдоль линии S1 [6]

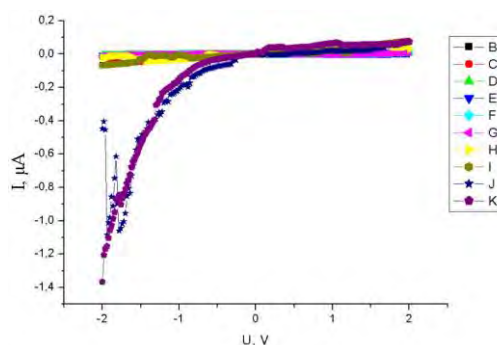


Рис. 3. Вольтамперная характеристика пленки MoS_2 , синтезированной на поверхности SiO_2

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (No~18-32-00730).

Список литературы:

1. Novoselov K. S., Jiang, D., Schedin F., Booth T. J., Khotkevich V. V., Morozov S. V., Geim A. K. Two-dimensional atomic crystals //Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2005. – Т. 102. – №. 30. – С. 10451-10453.
2. Quhe R., Zheng J., Luo G., Liu Q., Qin R., Zhou J., Yu D., Nagase S., Mei W.N., Gao Z., Lu J. Tunable and sizable band gap of single-layer graphene sandwiched between hexagonal boron nitride //NPG Asia Materials. – 2012. – Т. 4. – №. 2. – С. e6.
3. Kang J., Tongay S., Zhou J., Li J., Wu J. Band offsets and heterostructures of two-dimensional semiconductors //Applied Physics Letters. – 2013. – Т. 102. – №. 1. – С. 012111.
4. Splendiani A., Sun L., Zhang Y., Li T., Kim J., Chim C.Y., Galli G., Wang F. Emerging photoluminescence in monolayer MoS_2 //Nano letters. – 2010. – Т. 10. – №. 4. – С. 1271-1275.
5. Wong S. L., Liu H., Chi D. Recent progress in chemical vapor deposition growth of two-dimensional transition metal dichalcogenides //Progress in Crystal Growth and Characterization of Materials. – 2016. – Т. 62. – №. 3. – С. 9-28.
6. Zakharkina E.I., Semenova A.A., Boiakinov E.F., Vinokurov P.V., Smagulova S.A., Zakharkina E. I. et al. CVD growth of two-dimensional MoS_2 depending on the location of the SiO_2 substrates //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2018. – Т. 2041. – №. 1. – С. 040001.

7. Boiakinov E.F., Zakharkina E.I., Semenova A.A., Vinokurov P.V., Grigor'ev Y.M., Hricovini K. Structural properties of two-dimensional MoS₂ synthesized by CVD technique on Al₂O₃ (0001) //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2018. – Т. 2041. – №. 1. – С. 030001.

О влиянии механизма выравнивания тарифов электрической энергии (мощности) на промышленные предприятия Республики Саха (Якутия)

*Васильев С.С., аспирант,
Институт Физико-Технических Проблем Севера им. В.П. Ларионова,
г. Якутск*

E-mail: vasilievss_ykt@mail.ru

*Научный руководитель:
д.т.н., проф. – Петров Н.А.*

До второго полугодия 2017 года, перед запуском механизма выравнивания электроэнергии на Дальнем Востоке, ситуация с тарифами на электроэнергию была критической для регионального роста. Тяжелые климатические условия значительно увеличивают себестоимость продукции, а также наличие в регионе перекрестного субсидирования цен на электроэнергию (субсидирование дорогостоящей дизельной генерации) накладывало экономическую нагрузку на все отрасли региона. В целях реализации первоочередных мероприятий по опережающему развитию Дальневосточного федерального округа приняты соответствующие нормативно-правовые акты Правительства Российской Федерации, позволяющие применить механизмы выравнивания тарифов до базового уровня на территории Республики Саха (Якутия), за счет надбавки к цене на мощность, поставляемую в ценовых зонах оптового рынка субъектами оптового рынка – производителями электрической энергии (мощности) [1, 2].

Также, факторами, усугубляющими инвестиционную привлекательность проектов в Республике Саха (Якутия) являются природно-климатические, социально-экономические и энергетические специфические особенности, и условия [3].

С 1 января 2019 года Центральный и Западный энергорайоны Якутии вошли во вторую неценовую зону оптового рынка электроэнергии и мощности в ОЭС Востока [4]. Данные структурные изменения не повлияли на тарифы для населения республики, а для прочих потребителей – юридических лиц – с 1 января 2019 года не утверждаются конечные тарифы. Механизм выравнивания тарифов действует, на данный момент, только для технологически изолированных зон. В зону действия механизма выравнивания входят такие предприятия как: ООО «Якутская генерирующая компания», АО «Сахаэнерго», ПАО «ЯТЭК», ПАО «Сургутнефтегаз», ПАО «Магаданэнерго».

Для промышленных предприятий Центрального и Западного энергорайонов РС (Я) базовый уровень цен (тарифов) на электрическую энергию был установлен на полтора года: 2-ое полугодие 2017 года и весь 2018 год. Обладая фактическими данными электропотребления, объемами производства можно оценить влияние

механизма выравнивания на промышленные предприятия РС (Я). Далее рассмотрим влияние механизма выравнивания тарифов на электроэнергию на экономические показатели промышленных предприятий РС (Я) на примере АО «ДСК».

Компания АО «Домостроительный комбинат» занимается строительством жилых комплексов, коммерческого и некоммерческого жилья, а также производством строительных изделий из бетона и железобетона.

Таблица 1

Показатели производства, индексов роста потребления э/э и выработки тепловой энергии за 2014-2018 гг.

	2014	2015	2016	2017	2018
Индексы производства железобетона	1	0,82	0,58	0,42	0,50
Суммарный расход электроэнергии, кВт.ч.	12039470	10340200	9868926	8244476	8300788
Расход электроэнергии на производство строительных материалов, кВт.ч.	6048174,71	4900013,92	5104109,00	3850573,93	4385625,26
Расход электроэнергии на выработки тепла, кВт.ч.	4124585,29	3867486,94	3192117,86	2933843	2957702,75
Расход электроэнергии на поставку холодного водоснабжения, кВт.ч.	1866710	1572699,14	1572699,14	1460059,07	957460

Источник: [5-17]

Фактические данные объема производства и расхода электроэнергии на отдельные виды услуг показывают рост удельного расхода электроэнергии на производство строительных материалов со снижением объемов производства. АО «ДСК» также предоставляет услуги по поставке тепловой энергии и питьевой воды (питьевого водоснабжения) потребителям жилищного фонда, местного бюджета, районного бюджета, республиканского бюджета, федерального бюджета и прочим потребителям. Примерно половина от общей выработки тепловой энергии потребляется на внутренние нужды предприятия, 52% от объема реализации холодного водоснабжения - это внутреннее потребление предприятия.

Таблица 2

Затраты заложенные в тарифы АО «ДСК» на тепловую энергию (мощность) и питьевую воду (питьевое водоснабжение), установленные ГКЦ РС(Я) на 2015-2018 гг.

Период действия тарифа	Необходимая валовая выручка тарифа на отопление, тыс.руб.	Индекс роста электро-энергии на отопление	Расход на электро-энергию отопления, тыс.руб.	Необходимая валовая выручка тарифа на холодное водоснабжение, тыс.руб.	Индекс роста электроэнергии на холодное водоснабжение	Расход на электроэнергию холодного водоснабжения, тыс.руб
с 01.01.2015 по 30.06.2015	144607	1,00	24495,2	19742,7	1	9717,13
с 01.07.2015 по 31.12.2015	158632	0,94	23127,6	19683,2	0,84	9404,74

с 01.01.2016 по 30.06.2016	158632	0,94	23127,6	19683,2	0,84	9404,74
с 01.07.2016 по 31.12.2016	160409	0,77	9669,88	17389	0,84	4764,18
с 01.01.2017 по 30.06.2017	160409	0,77	9669,88	17389	0,84	4764,18
с 01.07.2017 по 31.12.2017	162637	0,71	8887,49	8691,05	0,78	4422,96
с 01.01.2018 по 30.06.2018	162637	0,71	8887,49	8691,05	0,78	4422,96
с 01.07.2018 по 31.12.2018	153973	0,77	8959,77	6998,1	0,51	2759,69

Установление базовых уровней цен (тарифов) на электрическую энергию (мощность) позволило сократить расходы из бюджета на субсидирование предприятия АО «ДСК» на услуги поставки тепловой энергии (мощности) на 6%, а на услуги поставки питьевой воды (питьевого водоснабжения) экономия составила порядка 27% от необходимой валовой выручки.

Влияние затрат на электроэнергию на общие расходы дифференцировано отличается от вида деятельности предприятия. Чем большую часть занимают расходы на электроэнергию в статье затрат, тем больше экономия. Так, например, для поставщиков холодного водоснабжения влияние механизма выравнивания примерно в 4 раза больше, чем у поставщиков тепловой энергии.

Список литературы:

1. Левин, Ю.А. Концептуальные основы взаимодействия органов власти и предпринимательских структур на региональных рынках / Ю.А. Левин, Н.А. Лебедев // Инновации и инвестиции. 2016 № 9. С. 83 – 87.
2. Постановление от 28 июля 2017 г. №895 Правительства Российской Федерации «О достижении на территориях дальневосточного федерального округа базовых уровней цен (тарифов) на электрическую энергию (мощность)»
3. Петров Н.А. Ход реализации и необходимость корректировки Энергетической стратегии Республики Саха (Якутия) с высоты целей будущего // Энергетическая политика. 2015. №3. С.69-77.
4. [Электронный ресурс]. URL: <https://yakutiamedia.ru/news/763282/> (дата обращения: 02.02.2019 г.)
5. Постановление от 9 декабря 2014 г. №186 ГКЦ РС(Я) «Об установлении тарифов на тепловую энергию (мощность), поставляемую теплоснабжающими организациями потребителям муниципального образования ГО «город Якутск» в 2015 году»
6. Протокол заседания правления ГКЦ РС(Я) от 9 декабря 2014 г. №186-пр.
7. Постановление от 16 декабря 2015 г. №294 ГКЦ РС(Я) «Об установлении тарифов на тепловую энергию (мощность), поставляемую теплоснабжающими организациями потребителям муниципального образования ГО «город Якутск» РС(Я) в 2016 – 2018 г.г.»
8. Протокол заседания правления ГКЦ РС(Я) от 16 декабря 2015 г. №294-пр.

9. Постановление от 25 ноября 2016 г. №245 ГКЦ РС(Я) «О внесении изменений в постановление Правления ГКЦ-РЭК РС(Я) от 16.12.2015 №294 «Об установлении тарифов на тепловую энергию (мощность), поставляемую теплоснабжающими организациями потребителям муниципального образования ГО «город Якутск» РС(Я) в 2016 – 2018 г.г.»

10. Протокол заседания правления ГКЦ РС(Я) от 25 ноября №245-пр.

11. Постановление от 9 декабря 2014 г. №199 ГКЦ РС(Я) «Об установлении тарифов на питьевую воду (питьевое водоснабжение), постановляемую организациями коммунального комплекса потребителям муниципального образования ГО «город Якутск» РС (Я) в 2015 году»

12. Протокол заседания правления ГКЦ РС(Я) от 9 декабря 2014 г. №199-пр.

13. Постановление от 16 декабря 2015 г. №265 ГКЦ РС(Я) «Об установлении тарифов на питьевую воду (питьевое водоснабжение), постановляемую организациями коммунального комплекса потребителям муниципального образования ГО «город Якутск» РС (Я) в 2016-2018 г.г.»

14. Протокол заседания правления ГКЦ РС(Я) от 16 декабря 2015 г. №265-пр.

15. Постановление от 1 декабря 2016 г. №256 ГКЦ РС(Я) «О внесении изменений в постановление Правления ГКЦ-РЭУ РС (Я) от 15.12.2014 №325 «Об установлении тарифов на питьевую воду (питьевое водоснабжение), постановляемую организациями коммунального комплекса потребителям муниципального образования ГО «город Якутск» РС (Я) в 2015-2017 годы» и постановление Правления ГКЦ-РЭК РС (Я) от 16.12.2015 №265 «Об установлении тарифов на питьевую воду (питьевое водоснабжение), постановляемую организациями коммунального комплекса потребителям муниципального образования ГО «город Якутск» РС (Я) в 2016-2018 г.г.»

16. Протокол заседания правления ГКЦ РС(Я) от 1 декабря 2016 г. №256-пр.

17. Финансовая отчетность организации АО «ДСК» [Электронный ресурс]. URL: <http://dsk.ykt.ru/company> (дата обращения: 02.02.2019 г.).

Расчет установившегося режима системы электроснабжения ЧТЭЦ с помощью современного программного обеспечения Easy Power

*Гермаковский Д. А., студент,
Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,
г. Нерюнгри
E-mail: zhigyli_2106@mail.ru*

*Научный руководитель
к.ф.-м.н., доцент Мусакаев М. А.*

Расчет установившегося режима является основной проблемой в задачах эксплуатации и проектирования сетей электроснабжения. Имеется множество способов, которые способны решить данную задачу. Наиболее распространенными являются модели, в основу которых положено решение уравнений балансов мощности

методом Ньютона – Рафсона и его модификации [1]. Но все известные варианты обладают различными минусами, которые мешают их полному применению:

- отсутствие контроля математического решения задачи;
- отсутствие управления процессом для получения результатов в области притяжения к физически правильному математическому решению;
- слабо представлена графическая часть

В данной работе представлены результаты программы расчета установившегося режима системы электроснабжения на основе метода поочередного уточнения распределения тока и напряжений, как наиболее эффективного для систем электроснабжения с радиальной схемой и малым количеством контуров, что чаще всего встречается на практике [2].

Модель схемы электроснабжения

Исходными данными для расчета режима схемы электроснабжения является атрибутивное описание элементов, участвующих в передаче электрической энергии и графическое изображение однолинейной схемы (силовых трансформаторов, ЛЭП, токоограничивающих реакторов), и элементов, участвующих в управлении режима (шунтирующих реакторов, батарей статических конденсаторов). В данном программном обеспечении возможны следующие варианты для учета электрических нагрузок:

- отбор реактивной и активной мощностей;
- статические характеристики мощностей по напряжению;
- суточные графики мощностей.

Модель схемы представляется в виде графика, у которого концами линий ставится в соответствие следующая информация:

- U_i – модуль заданного напряжения;
- комплексная проводимость на шину нулевого потенциала, включающая оперечные проводимости ЛЭП, силовых трансформаторов, проводимости шунтирующего реактора или БСК, присоединенных к узлу;
- $P_i Q_i$ – активная и реактивная составляющие мощности потребляемой энергии, которые могут быть также представлены в виде функций напряжения U_i .

Ветви графика изображаются комплексными сопротивлениями Z_{ij} и трансформацией силовых трансформаторов. На рисунке 1 представлен пример обобщенной схемы с присоединенными линиями. Линии с трансформаторами токов и напряжения имеют сопротивления, приведенные к сторонам ВН.

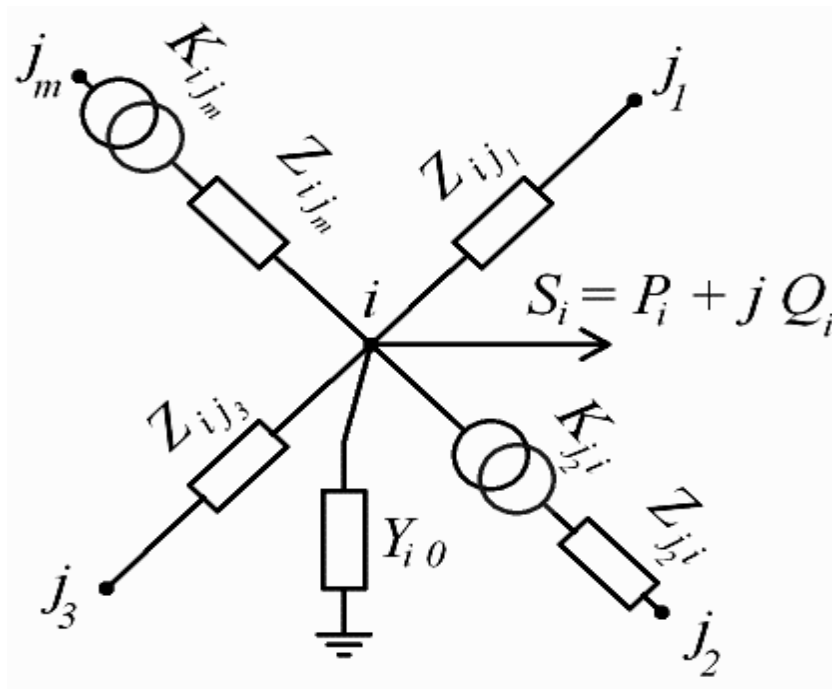


Рис. 1. Модель электрической сети

Условно действия расчета установившегося режима можно показать в виде следующего алгоритма.

1. Выполняется сортировка всех концов линий, в результате которой в начале схемы линий оказывается узел, затем все ближайшие узлы с ним, затем ближайшие с ближайшими узлами и т.д.
2. Выполняется распределение по току, проходя по всем линиям схемы в обратном направлении, возвращаясь к узлу.
3. Выполняется уточнение напряжений, проходя по всем линиям схемы в прямом направлении, начиная с узла.
4. Имитируется работа технических средств регулирования напряжения для обеспечения заданных напряжения на шинах потребителей.
5. Проверяется точность расчета. Если она выполнена не точно, то повторяем действия начиная с пункта 2.

Для удобного применения и надежности алгоритма в программе предусмотрены дополнительные функции.

Если один из предварительно сконфигурированных наборов программного обеспечения для электрооборудования не соответствует конкретным потребностям, то возможно создать собственный набор, выбрав из полного меню дополнительные опции:

SmartDesign™ - автоматические устройства подачи, выключатели, распределительные устройства, предохранители, шины, МСС, панели и многое другое - все в соответствии с требованиями NEC;

SmartPDC™ - полностью упростите координацию защитного устройства с помощью автоматизации одним касанием;

ArcFlash™ - уверенно соответствует нормам OSHA и NFPA 70E и требованиям программы безопасности;

ANSI ShortCircuit™ - мгновенная проверка защитных устройств и характеристик оборудования на соответствие ANSI, NEC и NFPA 70E;

IEC ShortCircuit™ - мгновенная проверка номинальных характеристик защитного устройства и оборудования для стандартов IEC 60909 и более - включает запуск двигателя Impact;

PowerFlow™ - интеллектуальная оптимизация потоков напряжения, тока и нагрузки для минимизации простоев системы;

PowerProtector™ - точно обеспечить безопасность и надежность благодаря комплексной координации защитных устройств.

Динамическая стабильность - точное моделирование динамического взаимодействия между машинами, сетями и действиями защитного устройства.

Переходный запуск двигателя - точно рассчитайте время запуска, скорость, крутящий момент, падение напряжения в системе, взаимодействие реле и многое другое

Spectrum™ - без труда выявляет и устраняет проблемы гармоник и качества электроэнергии.

Скоро: Revit® Integrator™ - эффективный двунаправленный интегратор данных между Autodesk Revit и EasyPower

Скоро: надежность энергосистемы - количественная оценка надежности и доступности электросетей

Скоро: Управление изменениями и База данных SQL - позволяют командам легко управлять изменениями в сложной модели энергосистемы.

Основные функции

Easy Power 9.0 предоставляет собой многофункциональные возможности для создания чертежей, карт, и схем электроснабжения (рис. 2), и возможность использовать встроенную модель представления данных. Набор продуктов Easy Power поставляется полную линейку мощных электрических программных средств на базе Windows для интеллектуального анализа, мониторинга и проектирования электроэнергетических систем. Благодаря самой высокой скорости обработки данных, Easy Power обеспечивает мгновенные и точные результаты, помогающие принимать более разумные решения. Easy Power - это быстрое, точное и интеллектуальное решение для вашего программного для анализа опасности электрической дуги.

- Самые быстрые скорости моделирования и обработки данных
- Получать подробные, отчеты автоматически
- Поддержка мирового класса с быстрым поворотом
- Соблюдение правила NEC и стандарты ANSI
- Исполните с стандартами IEC для короткого замыкания и защиты

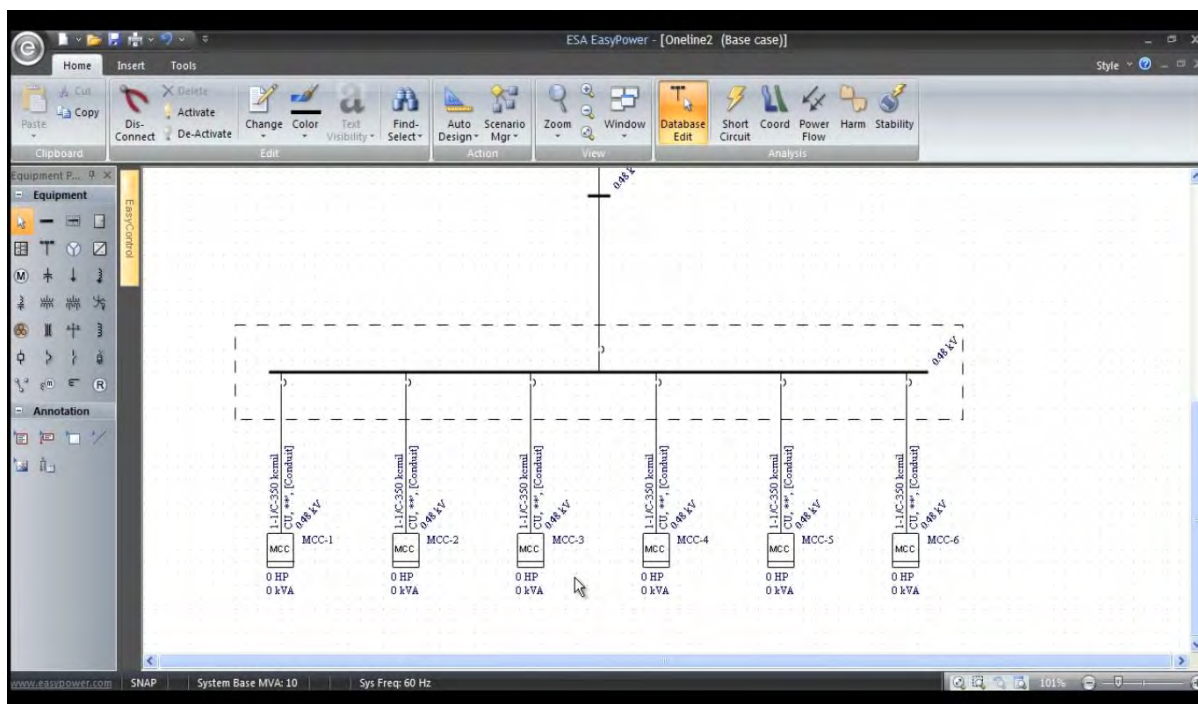


Рисунок 2 – Представление электрической схемы в Easy Power

На рисунке 3 показан ввод параметров по напряжению, где можно выбрать напряжение подстанции, изображенной на рисунке 2.

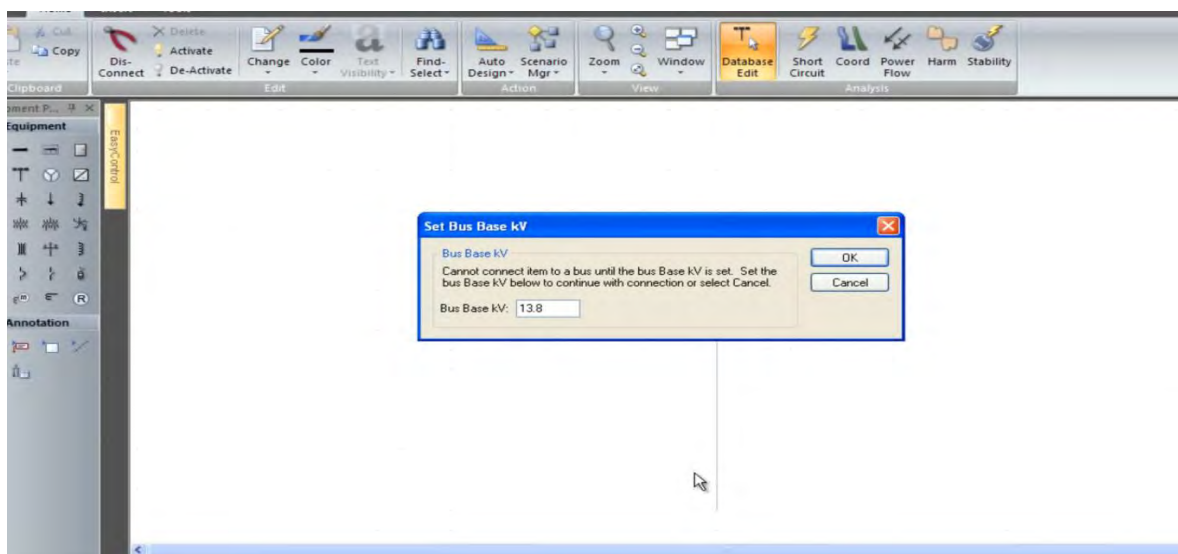


Рисунок 3 – Ввод параметров по напряжению на подстанции

Соединительная линия - не обладает электрическим сопротивлением и другими электрическими характеристиками

Шина - в основном применяется для обозначения трансформаторных подстанции, электрическими характеристиками не обладает.

Коммутаторы - в эту группу входят различные разъединители, переключки и выключатели. Все эти элементы не имеют электрических характеристик и работают как соединительные линии (в случае, если выключатели находятся во включенном положении).

Двухобмоточные силовые трансформаторы обладают следующими параметрами (рис. 4):

- X, R – реактивное и активное сопротивление;
- Sном трансформатора;
- потери холостого хода;
- $U_{нв}$, $U_{нн}$ – номинальные высокое и низкое напряжения;

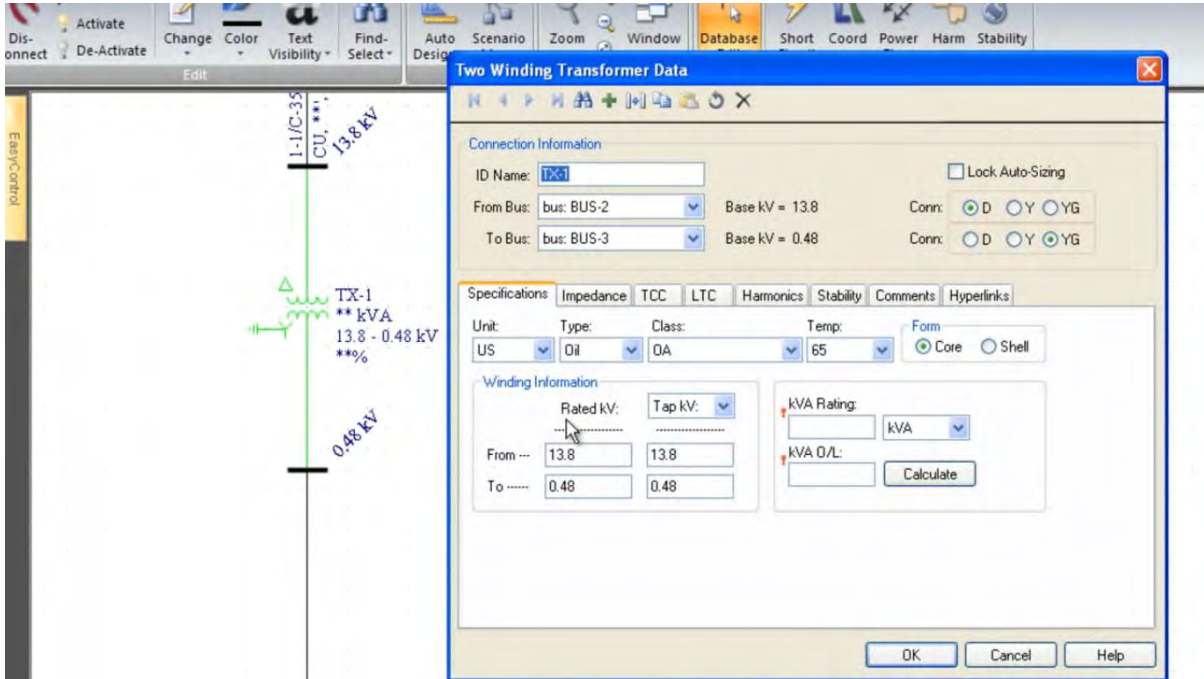


Рисунок 4. Ввод параметров двухобмоточного трансформатора

На рисунке 5 представлено окно ввода данных по трансформатору тока

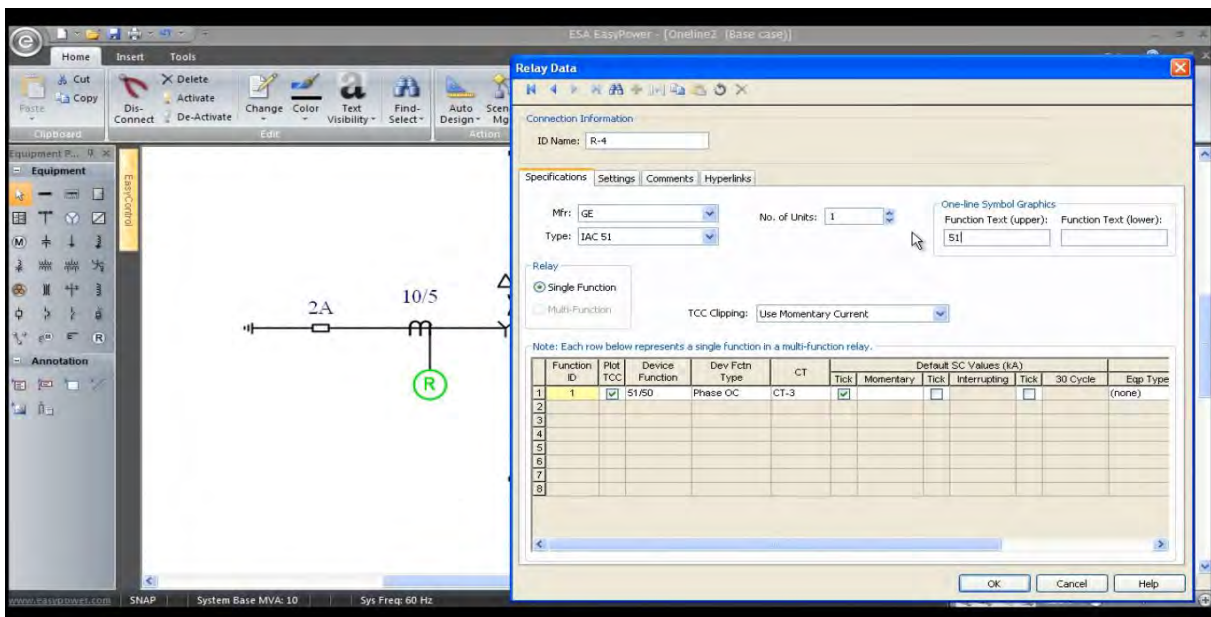


Рисунок 5. Ввод параметров ТТ

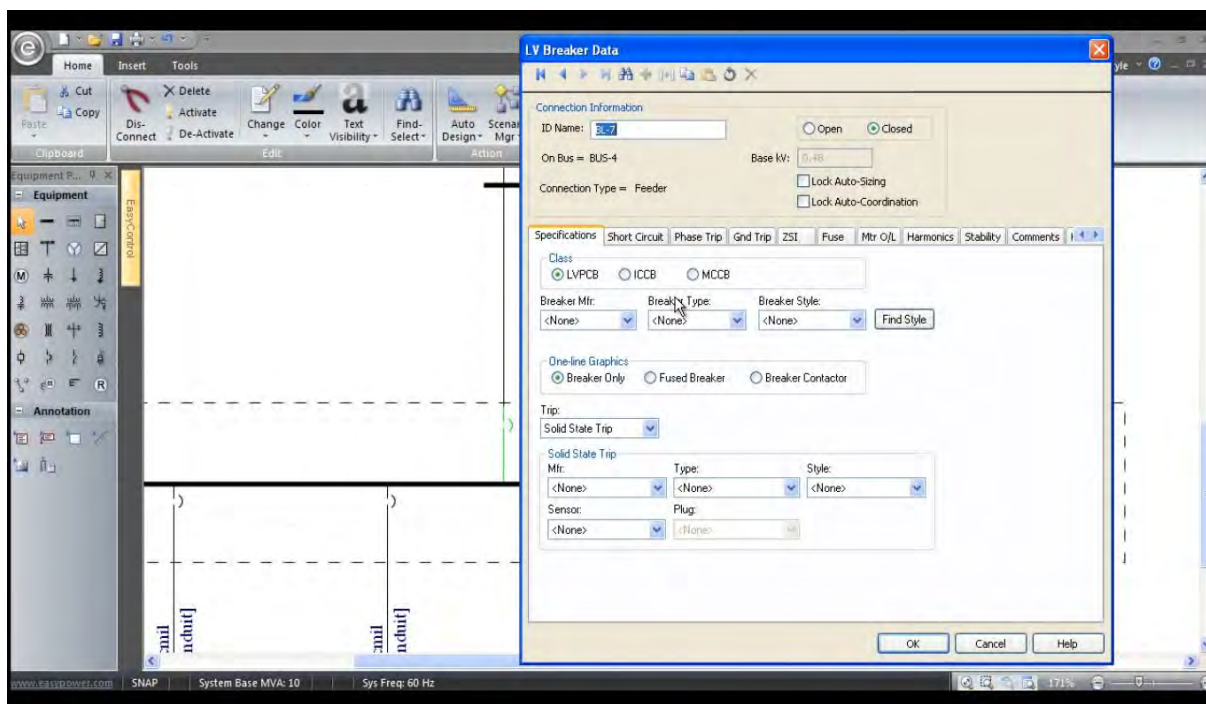


Рисунок 6. Ввод параметров для выключателя

После ввода необходимых параметров элементов и изображения схемы, можно приступить к выполнению расчетов. Для этого необходимо в Easy Power выбрать режим расчета режимов и выбрать на схеме узел. После этого будут выполнены все нужные расчеты, на экране появится окно с результатами расчета, на разных страницах которого можно получить информацию, отдельную по всем узлам и ветвям электрической схемы. Кроме того, на все, установленные на схеме шины, так же будет выведена информация. На концах выдаются значения мощности в направлении от ближайшего узла, а состав данных узлов и середин ветвей задается в настройках.

При задании способа учета нагрузок в узлах электрической сети возможны следующие варианты. «Power take off in knots» означает, что в качестве значений потребляемой мощности будут браться максимальные значения нагрузок. Если выбран пункт «Static Voltage Characteristics», то в качестве номинальных значений нагрузки будут использоваться минимальные значения, и при выполнении расчетов значения нагрузок будут пересчитываться для измененных на напряжений. Притом, если в каких-либо нагрузках не будут заданы собственные коэффициенты характеристик, то для этих нагрузок будут использованы типовые характеристики для данных классов напряжений. Статические характеристики можно также использовать совместно с суточными графиками. Тогда, в качестве номинальных значений, будут использоваться значения нагрузок, заданных в суточных графиках.

В режиме максимальных или минимальных нагрузок с использованием суточных графиков, в качестве значений потребляемой мощности, берутся максимальные или минимальные значения на заданном промежутке времени.

При неправильно заданных исходных данных дополнительно выдается сообщение с указанием узлов, в которых были изменены узловые мощности, информируя о том, что с исходными данными режим не существует.

Список литературы:

1. Слюсаренко С.Г. Модификация алгоритма расчета установившихся режимов электрических систем на основе поочередного уточнения потокораспределения и напряжений // Процессы и режимы электрических систем. 1990. С. 37–43.
2. Идельчик В.И. Расчет установившихся режимов электрических систем. М.: Энергия, 1977. 192 с
3. Бабкевич Г.Г. Алгоритм оперативной коррекции напряжений в узлах электрической сети с использованием регулируемых трансформаторов связи // Энергетика. 1991. № 7.
4. <https://www.easypower.com/>

Сравнительный анализ МПЗ присоединений 6-35кВ

*Данилова К. С., студент,
Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,
г. Нерюнгри
E-mail: danilova08101997@mail.ru*

*Научный руководитель:
ст. преподаватель ТИ (ф) СВФУ, Каплун В.И.*

Целью статьи является сравнение микропроцессорных защит 6-35кВ от разных производителей, отечественных и зарубежных. В качестве выборочных устройств были выбраны МПЗ таких фирм как: ООО «АББ автоматизация», Schneider Electric, Aeva (зарубежные), НТЦ «Мехатроника» и ЗАО «Радиус Автоматика» (отечественные).

Актуальность данной работы заключается в том, что электромеханические реле технически и морально устарели, а микропроцессорные устройства имеют ряд преимуществ перед ними:

- обеспечение точности и постоянства характеристик;
- компактность;
- многофункциональность;
- высокая чувствительность и быстродействие.

Были выбраны разные производители, технические характеристики МПЗ терминалов РЗА по данным эксплуатационной документации производителей, приведены в Приложении 1.

У всех МП РЗА в качестве основной защиты от междуфазных КЗ применяется максимально-токовая защита со ступенчатой выдержкой времени (МТЗ), в которой ступени МТЗ могут быть направленными или ненаправленными (от 2 до 4 ступеней). Отклонения от уставок МТЗ при переходных процессах по току и времени дает только фирма Aeva.

Последние 1 или 2 ступени МТЗ могут иметь несколько характеристик с зависимыми от тока выдержками времени. У российских фирм число таких характеристик от 4 до 6 (обычно, по стандарту МЭК, 4), у зарубежных – до 11, поскольку используются еще до 7 характеристик по американским стандартам.

В отечественных МП РЗА, для защиты от замыкания на землю (ЗНЗ), обычно используется одноступенчатая защита с двумя независимыми выдержками времени (с действием на сигнал и на отключение). В зарубежных, ориентированных на использование при различном режиме заземления нейтрали (глухом заземлении, заземлении через резистор, через реактор или изолированной), может применяться до трех типов защиты по току нулевой последовательности в одном МП РЗА с включением на ток нулевой последовательности вторичных обмоток ТТ, с вычислением тока нулевой последовательности по фазным токам или с подключением к ТТ нулевой последовательности с ферромагнитным сердечником или специального типа «пояс Роговского» (чувствительные ЗНЗ). Число характеристик с зависимыми от тока выдержками времени может достигать до 11. Защиты от замыкания на землю в импортных МП РЗА наиболее избыточны по функциям для российских потребителей.

Загружение уставок МТЗ и ЗНЗ при включении выключателей обычно производится для отстройки от БНТ при включении линий, питающих трансформаторы, находящиеся в режиме незначительной нагрузки или на холостом ходу, и применяется, в основном, отечественными производителями. Иногда для этой же цели используется комбинированный пуск МТЗ по напряжению. Зарубежные производители чаще используют для таких целей отстройку от БНТ МТЗ и ЗНЗ с использованием второй гармоники тока.

Все устройства имеют функцию защиты от обрыва фазы, которая реализуется с помощью МТЗ по току обратной последовательности или по разности действующих значений максимального и минимального токов фаз ($DI = I_{\max} - I_{\min}$). Иногда используется более совершенный алгоритм защиты от обрыва фазы по соотношению токов обратной и прямой последовательности $I_2/I_1 >$, позволяющий выявлять обрыв фазы при малой нагрузке ЛЭП. МТЗ по $I_2 >$ может также использоваться как дополнительная защита для повышения чувствительности к несимметричным КЗ и может быть направленной.

МП РЗА, обрабатывающие аналоговые сигналы токов и напряжений, имеют функцию пуска/блокировки МТЗ по напряжению, защиту минимального напряжения ($U <$) с независимой выдержкой времени, с числом ступеней от 1 до 4. Одна из ступеней, в некоторых случаях, может быть с зависимой от напряжения выдержкой времени.

Защита максимального напряжения ($U >$) используется в основном для защиты конденсаторных батарей и имеет 1–2 ступени с независимой выдержкой времени. В импортных МП РЗА одна из ступеней может быть с зависимой от напряжения выдержкой времени.

Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ) отсутствует у некоторых импортных МП терминалов. Иногда нет и реле минимального тока в фазах ($I <$). При снижении тока ниже уставки этих реле, снимается сигнал «УРОВ». Если такие реле отсутствуют и сигнал «УРОВ» снимается после возврата токовых реле МТЗ, могут не выявиться отказы выключателя с разрушением фазы и горением дуги, когда ток может оказаться ниже тока возврата МТЗ.

В зарубежных МП РЗА отсутствуют функции автоматического ввода резерва (АВР), АВР с пуском по напряжению и контролем встречного напряжения, восстановления нормального режима (ВНР) после АВР. Реализовать их не всегда

возможно даже при наличии свободно программируемой логики, если это не обеспечивается наличием необходимых измерительных органов.

В МП РЗА российского производства, автоматическое повторное включение (АПВ) 1–2 кратное (если эта функция не выводится из действия программным ключом), в импортных кратность АПВ 1–9, иногда с контролем синхронизма.

Следует еще остановиться на требованиях к надежности МП РЗА, предъявляемых в РД. В технических описаниях и инструкциях по эксплуатации зарубежных устройств не содержится требуемых данных по надежности, таких как:

- средняя наработка на отказ сменного элемента;
- средний срок службы сменного элемента до капитального ремонта;
- средняя вероятность отказа в срабатывании устройства за год;
- параметр потока ложных срабатываний устройства в год;
- полный средний срок службы устройства.

Такие расчетные данные могут предоставляться при наличии исходных данных по надежности комплектующих электронных компонентов и узлов (интенсивность отказов, наработка до отказа, срок службы в часах и другие показатели), однако их производители не предоставляют (кроме, в ряде случаев, срока службы в часах электролитических конденсаторов). Отечественные компании показатели надежности предоставляют в своей документации. При этом, остается неизвестным, на базе каких исходных данных по надежности комплектующих компонентов они получены.

В выводе можно сказать о том, что у МПЗ ряд преимуществ перед электромеханическими реле. В настоящее время лучше ставить МП на защиты. Как видно из сравнения, МПУ разных производителей различаются по функциям и характеристикам друг от друга. О выборе определенного производителя невозможно сказать, так как для каждого присоединения разные требования.

Список литературы:

1. Гуревич В., Новые технологии в организации электропитания микропроцессорных реле защиты.
2. Реймер В.В., Косарева Ю.И. Перспективы развития релейной защиты // Совершенствование инженерно-технического обеспечения технологических процессов в АПК: матер. междунар. науч.-практич. конф. / Отв. ред. Ю.А. Ушаков. Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2015.

Инжекция воды в бензиновых двигателях внутреннего сгорания в Республике Саха (Якутия)

*Дегтярев А.В., студент,
«Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова»,
Автотранспортный факультет
г. Якутск
E-mail: aytal14031998@gmail.com*

*Научный руководитель:
Старший преподаватель каф. «ЭТАС» Андреев С.В.*

Система впрыска воды в двигатель является одним из доступных способов тюнинга силового агрегата. Данное решение позволяет увеличить мощность, крутящий момент и экономичность ДВС, повысить детонационную стойкость и улучшить ряд других характеристик мотора. При этом такой тюнинг не предполагает каких-либо серьезных доработок силового агрегата по «железу», то есть впрыск воды в инжекторный двигатель или карбюраторный мотор может быть установлен с минимальным вмешательством в конструкцию. [1]

Идея впрыска воды в ДВС была изобретена Н. Ricardo в 1930 году, который продемонстрировал, как можно удвоить мощность двигателя, используя подачу воды и метанола в двигатель. Технология широко применялась во время Второй мировой войны в радиальных авиационных двигателях американских и немецких самолетов для кратковременного форсажа. [1,2,3]

Цель данной работы: изучить состояние вопроса с впуском воды в камеру сгорания ДВС

Исходя из этого были поставлены следующие задачи:

- Изучить процесс впуска воды в бензиновых двигателях ДВС
- Ознакомиться с оборудованием впрыска воды
- Выявить положительные и отрицательные стороны данного процесса
- Экономическую целесообразность
- Экологические аспекты

Принцип работы системы впрыска воды основан на свойстве огромной теплоемкости воды. Если воду распылить и мелкие капельки воды запустить в двигатель вместе с впускным воздухом, то они охладят и воздух, попадающий в двигатель, и сам впускной коллектор. Есть мнение, что микрочастицы воды позволяют сделать смесь бензина и топлива более однородной, что повышает КПД. Попадая в горячую камеру сгорания (300-600С) маленькие капли воды моментально испаряются, превращаясь в пар который очищает камеру сгорания, днище поршня и свечи, а также "давит" на поршень, т.к. вода расширяется при испарении в 1700 раз от своего объема в жидком виде. Т.е. вода создает паровой эффект в двигателе внутреннего сгорания, который выражается в повышении крутящего момента двигателя. Более того, вода вступает в химическую реакцию с выхлопными газами, что сильно снижает количество вредных выбросов, а значит это экологичная технология.

Впрыск воды экстремально увеличивает детонационную стойкость топлива, это значит, что можно использовать более дешевое топливо без вреда для двигателя. Получается, что с впрыском воды можно заправлять вместо 98го бензина 92й, а двигатель даже не заметит подмены, при этом финансовая выгода на лицо.

При применении впрыска воды можно увеличивать давление наддува турбированных двигателей и получать больше мощности, так как вода эффективно снижает температуру выхлопных газов, а это положительно влияет на ресурс турбины и выхлопного тракта.

Впрыск воды позволяет экономить топливо, исходя из всех вышеописанных фактов, получается, что водителю придется меньше давить на педаль газа, чтобы ускориться так же быстро, а значит расход топлива будет неуклонно снижаться. По данным исследований расход топлива снижается от 10 до 20%, в зависимости от типа и мощности ДВС.

Следует обратить внимание на то, что оптимально подавать в мотор не просто дистиллированную воду, а смесь спирта и воды в соотношении 1/1. Такая водно-спиртовая добавка лучше распыляется, в итоге образуется мелкодисперсная смесь из воды, воздуха, спирта и бензина. Если вода позволяла, главным образом, уменьшить детонацию и лучше охладить смесь, наличие в смеси метанола обеспечило ряд дополнительных преимуществ.

Плюсы от применения впрыска воды:

- снижение температуры впускного воздуха;
- снижение температуры в камере сгорания;
- резкое повышение детонационной стойкости топлива (в том числе некачественного и низкооктанового);
- снижение вредных выбросов на 60-80%;
- повышение мощности на 15-20% и крутящего момента на 25-30%;
- снижение расхода топлива;
- очистка впуска, камеры сгорания, клапанов, поршней, турбины и свечей зажигания.

Минусы от применения впрыска воды:

- стоимость системы (окупается за один год эксплуатации автомобиля);
- необходимость периодически заправлять дополнительный бачок дистиллированной водой, метанолом или водометанолом. [4,5]

В нашей стране, еще очень и очень много карбюраторных автомобилей, владельцы которых заинтересуются данной темой, т.к. при этом повышается КПД ДВС, а, следовательно, и мощность, а, следовательно, снижается расход бензина. По разным источникам экономия топлива при подмесе воды составляет от 5 до 10%. [2]

Для инъекции воды в камеру сгорания используют устройства, различающиеся системой питания двигателя (карбюратор и впрыск). Для этих целей был приобретен комплект Esotax 3, состоящий из блока управления, насоса высокого давления, шланги подводки, форсунки, комплект проводов, штуцер бачка и компакт диск с программным обеспечением.



Рис 1. Устройство Esomax 3

По данным УГИБДД при МВД РС(Я) численность бензиновых автомобилей (декабрь 2018 г.) в республике составляет приблизительно 200 тысяч.

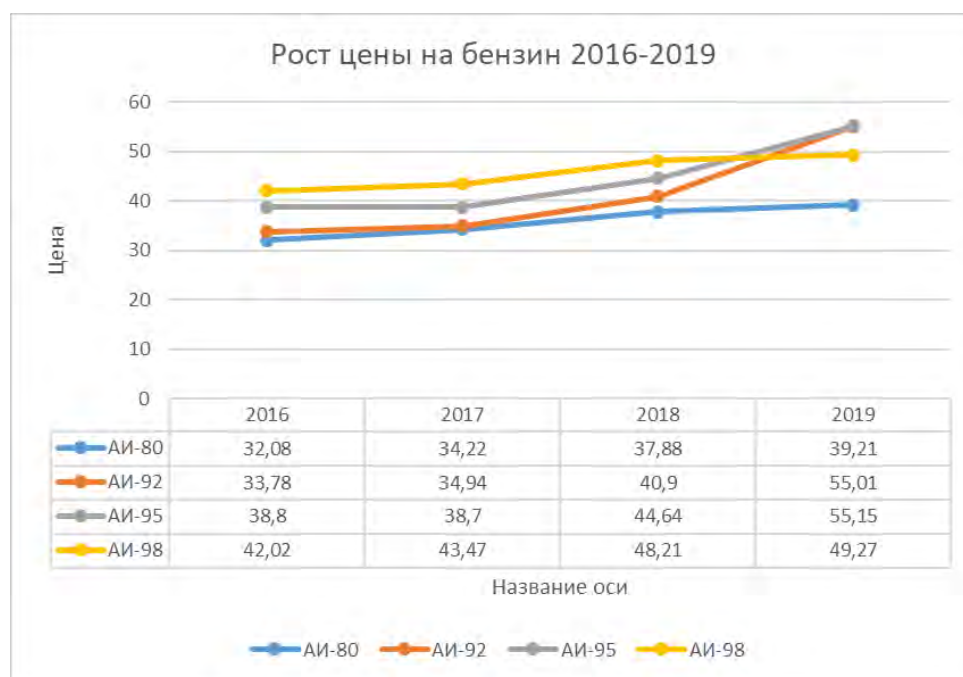


Рис 2. Динамика стоимости 1 литра бензина в городе Якутске (2016-19 г)

Большинство современных автомобилей «питается» бензином. Только представьте: одна тонна горючего в процессе сгорания выделяет до 800 кг вредных веществ! Но хуже всего, если двигатель работает на этилированном бензине. В таком случае, в воздух будет попадать свинец, который легко оседает и загрязняет почву. [7]

Проблема вредных выбросов автомобильного транспорта являются составной частью экологической безопасности. Эта проблема, связана с использованием традиционного моторного топлива в двигателях транспортных средств, актуальна не

только для России, но и для всех стран мира. Автомобильный транспорт, генерирующий шум и загрязняющий атмосферный воздух, является одним из основных источников загрязнения окружающей среды в крупных городах и населенных пунктах, а также представляющих угрозу жизни человека. Поэтому мы заинтересовались снижением выбросов автомобильного транспорта в окружающую среду. [8]

В нашей республике основная масса автомобилей на бензиновом топливе относятся к экологическому классу от 1 до 3.

Используя устройство впрыска воды можно снизить количество вредных выбросов. По наблюдениям опытных водителей со стажем, при движении на автомобиле, во время и после грозы, наблюдается положительный эффект работы двигателя, что связано с высокой влажностью и насыщением озоном воздуха. Двигатель работает более равномерно и сбалансированно, следовательно, улучшаются его тягово-мощностные характеристики. Исходя из этого рекомендуется озонировать воздух, поступающий в камеру сгорания и использовать устройства, позволяющие расщеплять воду на отрицательно и положительно заряженные частицы.

Заключение

Технология впрыска воды в ДВС существенно повышает КПД автомобиля за счет увеличения мощностных и динамических характеристик, экономичности, улучшает экологические показатели выхлопных газов, а также отсутствие нагарообразования ведет к увеличению срока службы цилиндропоршневой группы.

Список литературы:

1. krutimotor.ru Впрыск воды в двигатель: как сделать самому. [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://krutimotor.ru/vprysk-vody-v-dvigatel/>
2. rakarskiy.io.ua Впрыск паров воды в топливную смесь ДВС. [электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rakarskiy.io.ua/s482116/vprysk_parov_vody_v_toplivnuyu_smes_dvs
3. www.drive2.ru Впрыск воды в двигатель. Шарлатанство или изобретение века? [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.drive2.ru/l/4899916394579309692/>
4. mashintop.ru Впрыск воды в двс (двигатель внутреннего сгорания). [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mashintop.ru/articles.php?id=2918>
5. jtlab.ru Система впрыска воды в двигатель внутреннего сгорания. [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://jtlab.ru/blog/water-injection-system>
6. biblioclub.ru Дружинин. Модернизация двигателей внутреннего сгорания [электронный ресурс]. – Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=466777
7. legkopolezno.ru Легко полезно. Влияние разных видов транспорта на экологию: цена комфорта [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://legkopolezno.ru/ekologiya/prostranstvo-vokrug-nas/vliyanie-transporta-na-ekologiyu/>
8. nsportal.ru Алые паруса. Влияние автомобильного транспорта на окружающую среду и жизнь человека [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nsportal.ru/ap/library/nauchno-tekhnicheskoe-tvorchestvo/2013/04/06/vliyanie-avtomobilnogo-transporta-na>

Оценка эффективности использования солнечной электроустановки с помощью программы "PvSyst"

*Краснободцева Е.А., аспирант,
Дальневосточный государственный
университет путей сообщений,
г. Хабаровск.
E-mail: kease@mail.ru*

*Научный руководитель:
д.т.н., профессор Власьевский С.В.*

Для использования солнечных электроустановок, необходимо убедиться в эффективности внедрения их в рассматриваемой местности.

Оценка эффективности солнечного поступления осуществляется с помощью программы "PvSyst". Данный программный комплекс позволяет получить данные об уровне инсоляции на наклонную или горизонтальную поверхность с учётом реальной облачности за каждый час суток конкретного дня, месяца рассматриваемого года. Для решения своих задач, эта программа берёт за основу данные с метеоисточников NASA-SSE [8] и Meteonorm [9], составленные по результатам многолетних метеорологических наблюдений.

Успешность моделирования солнечной электроустановки зависит от:

- сферы применения солнечной электроустановки;
- мощности потребителей;
- количества доступной солнечной энергии согласно данным метеоисточников;
- схемы подключения солнечной электрической установки (автономная, гибридная или сетевая);
- выбора компонентов солнечной установки;
- расчета полных затрат.

Процесс моделирования солнечной электроустановки может быть, как более сложным, так и упрощенным, исходя из поставленных задач. В начале моделирования задаем географические координаты местности, где будет располагаться солнечная электроустановка. Изображение окна выбора координат представлено на рисунке 1.1.

После выбора, программа загружает данные из [9], в ходе моделирования поступления солнечной радиации и перспективной выработки мощности от солнечных панелей, программа предоставляет возможность увидеть, где находится Солнце в разные месяцы года, данный график показан на рисунке 1.2.

С помощью, полученной на рисунке 1.2 модели, определяем конструкцию солнечного фотоэлемента.

На рисунке 1.3. показано поступление солнечной энергии с распределением по месяцам. Анализ данного графика может определить целесообразность дальнейших расчётов. Также программа позволяет получить таблицы с солнечным излучением, которое распределяется по часам. Для декабря значение солнечного излучения в Вт/м² добавим в таблицу 1

Таким образом получается, что в зимний период, в связи с коротким световым днём, солнечные электроустановки будут наименее эффективны, но получаемой солнечной радиации достаточно для потребляемой мощности.

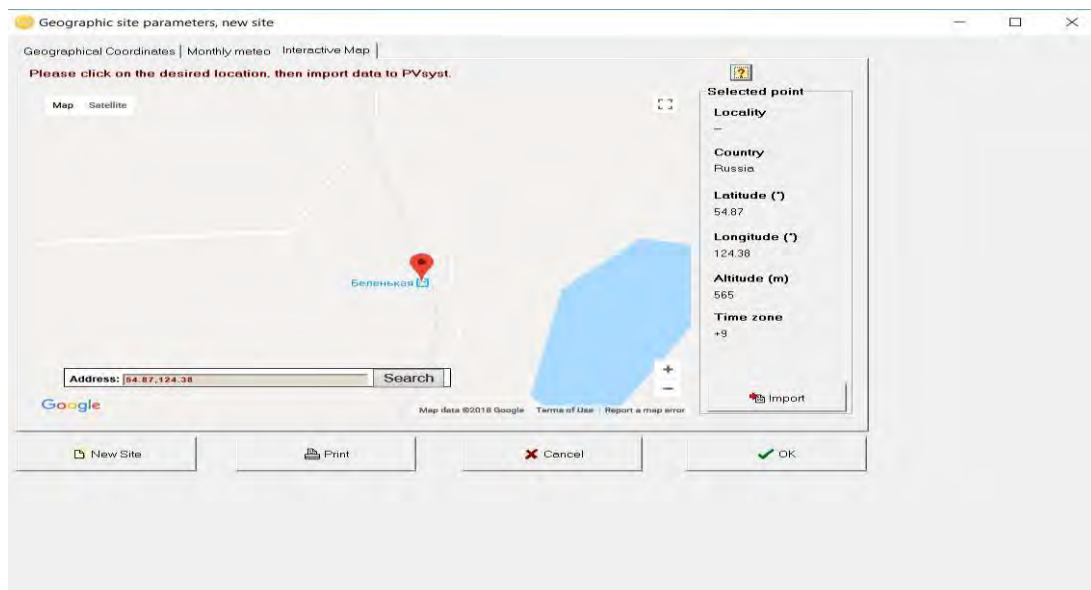


Рисунок 1.1 - Выбор координат объекта в окне программы

Solar paths at Belenkaya Station, (Lat. 54.87° N, long. 124.38° E, alt. 565 m) - Legal Time

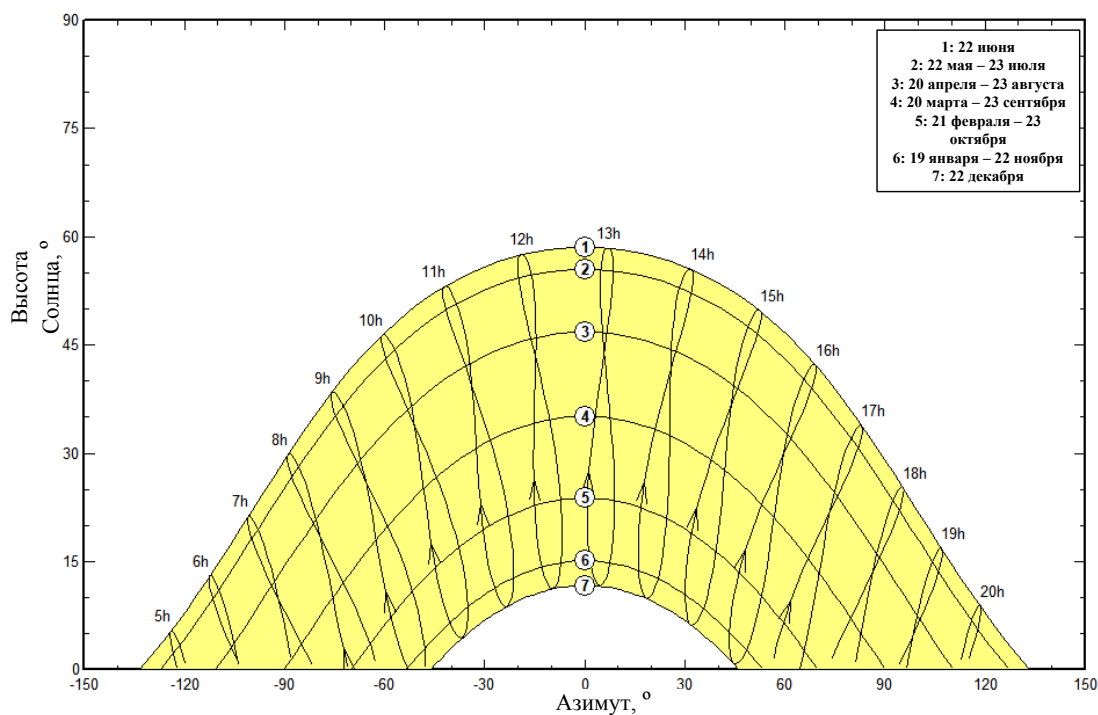


Рисунок 1.2 - Изображение солнечного пути с помощью моделирования в программе "PvSyst"

Метеоданные поступления солнечного излучения в декабре

Интервал	Солнечное излучение, Вт/м ²
00-00 - 08-00	0
09-00	6,9
10-00	75,9
11-00	122
12-00	146,4
13-00	148
14-00	105,3
15-00	46,7
16-00	0,3
17-00 – 23-00	0

Проанализировав полученные данные из таблицы 1, можно сделать вывод, что солнечные панели в декабре будут работать всего 7 часов, за это время они должны аккумулировать полученную энергию, для питания нагрузки 15 часов.

За 7 часов поступление солнечной радиации больше 100 Вт/м², такой радиации достаточно для автономной электроустановки мощностью до 10 кВт. Так как декабрь является самым тяжёлым месяцем для работы солнечной электроустановки, рассмотрим поступление солнечного излучения за год смоделированного программой, график изображён на рисунке 1.3. Анализ данного графика со значениями солнечного излучения по месяцам представлен в таблице 2. Исходя из данного анализа делаем вывод, что регион пригоден для использования солнечной электроустановки.

Полученные при помощи программы PvSyst диаграммы и модели помогают оценить эффективность использования солнечных электроустановок для питания потребителей, в том числе - нетяговых потребителей железнодорожного транспорта.

Реализация математической модели солнечной электроустановки возможна также в программе MatLab/Simulink.

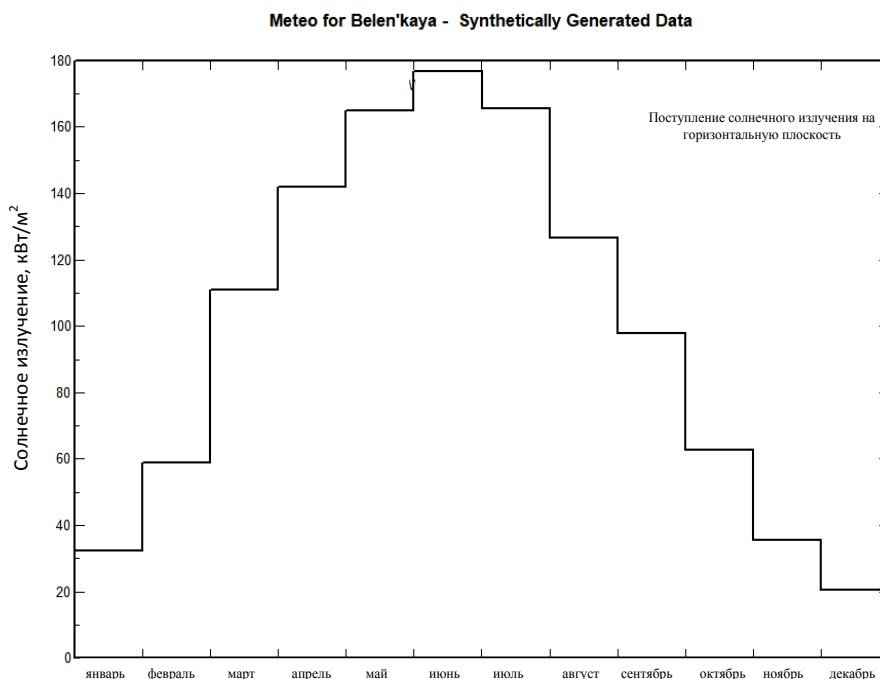


Рисунок 1.3 - График изменения солнечного излучения по месяцам, полученный в программе "PvSyst"

Таблица 2

Поступление солнечной радиации за год

Месяц	Солнечное излучение, кВт/м ²
Январь	34,3
Февраль	62,6
Март	125,5
Апрель	184,2
Май	243,1
Июнь	258,2
Июль	255,4
Август	211,0
Сентябрь	144,3
Октябрь	87,2
Ноябрь	41,4
Декабрь	24,5
За весь год	1671,5

Список литературы:

1. Власьевский С.В., Краснослободцева Е.А., Использование альтернативных источников энергии для удаленных от основных источников энергии объектов ОАО «РЖД». Электропривод на транспорте и в промышленности. ДВГУПС, 2018, с.17-25.
2. Обухов С. Г., Плотников И. А. Имитационная модель режимов работы автономной фотоэлектрической станции с учетом реальных условий эксплуатации. Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2017. Т. 328. № 6, с.38–51

3. Dinesh Kumar Sharma, Shree Raj Shakya, Khumaltar Height, Lalitpur. Training Manual for Engineers on Solar PV System; Alternative Energy Promotion Center (AEPCC), Energy Sector Assistance Programme (ESAP), 2015 - 259с,

4. Liu B.Y.H., Jordan R.C. Daily insolation on surfaces tilted towards the equator. ASHRAE Journal, 1961, vol. 3, pp. 53–59.

5. Michael Boxwell , Solar Electricity Handbook .A simple, practical guide to solar energy: how to design and install photovoltaic solar electric systems/ Greenstream Publishing, 2012. с.197

6. Popel O.S., S.E. Frid, S.V. Kiseleva, Yu.G. Kolomiets, N.V. Lisitskaya. Klimaticheskie dannye dlya vozobnovlyаемой ehnergetikiRossii (baza klimaticheskikh dannykh) [Climatic data for renewable energy in Russia (data base of climatic data)]. Moscow, MFTI Press, 2009. 56 p.

7. Vissarionov V.I., Deryugina G.V., Kuznetsova V.A., Malinin N.K. Solnechnaya ehnergetika [Solar energy]. Ed. By V.I. Vissarionov. Moscow, МЕНИ Publ. house, 2011. 276 p.

8. NASA Surface meteorology and Solar Energy Location [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/retscren.cgi> [дата обращения: 21.02.2019]

9. Meteonorm [Электронный ресурс] режим доступа: <http://www.meteonorm.com/>; [дата обращения: 21.02.2019]

10. <http://solarb.ru/vedushchie-proizvoditeli-sistem-solnechnogo-otopleniya>

11. <https://www.vaillant.ru/o-vaillant/>

12. <http://slarkenergy.ru/solar/battery/rosijskogo-proizvodstva.html#firmy-proizvoditeli>

Оценка влияния геомагнитных возмущений на надежность работы ЭЭС в условиях арктической зоны

*Кругликов Ю.А., студент,
Северо-Восточный федеральный университет,
Чукотский филиал,
г. Анадырь
E-mail: yuriy.kruglikov@gmail.com*

*Научный руководитель:
старший преподаватель базовой кафедры энергетики,
Загурская Т.Ю.*

Ключевые слова

Надежность электроэнергетических систем, причины отказов элементов ЭЭС, геомагнитные возмущения, арктический регион, влияние геомагнитных возмущений.

Аннотация

В ходе данной работы проведены анализ тематической литературы, изучение энергосистемы арктического района, в частности - изолированной энергосистемы Чукотского АО; проанализированы надежность ЭЭС региона и отказы в ее функционировании по различным причинам, учитывая влияние геомагнитных

возмущений на надежность ЭЭС; проведен тщательный анализ причин отказов и характер повреждений электрооборудования.

От надежной работы электростанций и электроэнергетических систем зависит надежность электроснабжения потребителей, которая в конечном счете влияет на функционирование всей экономики страны. Проблема оценки рациональной степени надежности электростанций и электроэнергетических систем является одной из важнейших проблем на современном уровне развития электроэнергетики, которая в арктических регионах подпитывается известным фактом повышенного влияния геомагнитных возмущений. Этим и определяется повышенный интерес к проблеме надежности в последние годы как в нашей стране, так и за рубежом, в странах циркумполярья.

Надежность ЭЭС - свойство электроэнергетической системы обеспечить требуемые функции (бесперебойное электроснабжение потребителей) в заданном объеме и нужного качества.

Надежность функционирования ЭЭС определяется:

- 1) структурой генерирующих мощностей;
- 2) схемой основных электросетей, их пропускной способностью;
- 3) надежностью и другими техническими характеристиками используемого в ЭЭС основного оборудования;
- 4) схемами электростанций;
- 5) качеством эксплуатации (в том числе качеством ремонтных работ оборудования);
- 6) обеспеченностью электростанций энергетическими ресурсами;
- 7) располагаемыми резервами в управляющей, сетевой и генерирующей частях ЭЭС;
- 8) внешними воздействиями на ЭЭС;
- 9) режимами тепло- и электропотребления и другими факторами;
- 10) совершенством системы управления, включая режимную и противоаварийную автоматику [1].

Важный методический аспект при исследовании свойства надёжности электросети - понятие «отказ». Под отказом понимается непредусмотренное прекращение или утрата объектом способности выполнять в необходимом объёме свои функции свыше допустимого времени [2].

В процессе эксплуатации электрооборудования в материалах, из которых оно изготовлено, вследствие механических, термических воздействий, агрессивной среды, электромагнитных полей, снижения показателей качества электрической энергии, накапливаются необратимые изменения, которые снижают прочность, нарушают взаимодействие и координацию его частей. Перечисленные изменения в случайные моменты времени могут приводить к отказу электрического оборудования [3].

В одном случае отказ функционирования считается частичным и приводит к ограничению потребляемой мощности (электротехническое устройство теряет частично свою работоспособность), в другом — полным, характеризующимся прекращением питания.

Существует два вида отказов:

- отказ в работоспособности объекта;

- отказ в электрическом снабжении - отказ функционирования.

При анализе надежности СЭС имеют в виду процессы:

- изменение уровня функционирования,
 - изменение уровня способности выполнять заданные функции в заданном объеме
- изменение спроса электрической энергии потребителем [2].

В практике эксплуатации электростанций, систем и сетей отказы подразделяют на браки и аварии в работе. Наиболее тяжелым видом отказов являются аварии, которые приводят к нарушению электрического снабжения значительного числа потребителей, с созданием условий, опасных для окружающей среды и для людей, к порче дорогостоящего электрического оборудования. Большие аварии, в большинстве случаев, возникают в результате развития мелких, локальных аварий и из-за нарушений нормального режима электрического снабжения. Опыт эксплуатации показывает, развитие аварий происходит в большинстве случаев при ошибочных действиях оперативного персонала, при неправильной работе устройств релейной защиты и автоматики, а также при недостаточной надежности применяемых схем электрического снабжения и самого электрического оборудования [3].

Самый ненадежный элемент СЭС - линии электропередачи, причина: влияние на них большого числа различных внешних воздействий и их большая протяженность.

Основные причины повреждения воздушных линий это:

- нагрузки, обусловленные ветром;
- возгорание деревянных опор;
- перекрытия изоляции, вызванные грозой;
- ослабление прочности деталей опор;
- вибрация и пляска проводов;
- повреждение опор и проводов автомобильным транспортом;
- гололедно-изморозевые отложения и т.д. [4].

Эти причины, обычно, приводят к нарушению или ослаблению механической прочности опор, изоляторов, проводов, а также к поломке деталей опор, гниению деревянных опор, коррозии металлических частей опор. Вибрация, «пляска» и обрыв проводов, разрушение опор сопровождается чаще всего однофазным или многофазным коротким замыканием линий электропередачи. Таким образом, на повреждаемость воздушных линий влияют коммутационные и атмосферные перенапряжения, действие ветра и загрязнение воздуха, изменения температуры окружающей среды [3].

Известно, что перенапряжения, обусловленные протеканием в электрических сетях геоиндуцированных токов, наряду с грозовыми перенапряжениями относятся к внешним перенапряжениям [5]. Естественным источником геоиндуцированных токов являются мировые геомагнитные бури, возникающие периодически на нашей планете в результате активности Солнца. Соответственно, наиболее часто и с высокой интенсивностью эти возмущения наблюдаются в полосе широт от 600 до 700 – в так называемой авроральной зоне. Действующие линии электропередач в Чукотском автономном округе: ВЛ-110 кВ (год ввода 1960) составляют 2206,2 км. Именно в таких линиях электропередач с глухо заземлённой нейтралью напряжением 110 кВ протекают геоиндуцированные токи.

Надежное функционирование энергетических систем в условиях зоны Арктики усложняется природными и климатическими условиями: резким набросом нагрузки в

холодные дни, проблемами восстановления объектов системы (трудная доступность к элементам линий), а также наличием северных сияний – процессов электромагнитного характера, вызывающих дополнительные токи в линиях электрической передачи большой длины [6].

Мировой опыт показывает влияние геомагнитных штормов на функционирование электроэнергетических систем.

В марте 1989 г. геомагнитный шторм оказал очень сильное влияние на канадскую энергосистему Hydro-Quebec, оставив без электрической энергии 6 млн. чел. в течение примерно 9 часов. Большой шторм был во время 23-го солнечного цикла, начавшегося в 1996 г. и достигшего максимума в 2000 г. Между 19 октября и 5 ноября 2003 г. на Солнце разразились 17 мощных вспышек. Косвенное влияние испытали электросети Северной Америки, но более значимое воздействие приняла на себя Северная Европа. Необычно высокая геомагнитная активность вызвала множество нарушений в высоковольтной системе электрической передачи Швеции. Были отключены выключатели трансформаторов и нескольких линий электрической передачи из-за малых уставок защит от сверхтоков.

За последние несколько десятилетий система электрического снабжения Британии испытала значительное влияние геомагнитных индуцированных токов, преимущественно во время записанных геомагнитных штормовых событий 14 июля 1982 г., 13–14 марта 1989 г., 19–20 октября 1989 г., 8 ноября 1991 г. Эти влияния включали в себя снижения напряжения в сети, большие колебания реактивной мощности в генераторах и линиях, отказ двух трансформаторов и т.д.

Также известна взаимосвязь между временем отказа электроэнергетического оборудования и бурями геомагнитного характера в пределах 53-54 градуса северной широты. Таким образом, для исследованных широт, подтверждена необходимость учета взаимосвязи изменений основных компонент геомагнитного поля Земли и их непосредственное влияние на корректную работу электрического оборудования. Так, для развивающейся электроэнергетической системы Чукотского АО, расположенного в Арктической зоне (63-69 градусов северной широты), важно учитывать влияние возмущений магнитного поля Земли [7].

В [8] описан опыт по исследованию влияния геомагнитных возмущений на электрическое оборудование электроэнергетической системы ОАО «Хакасэнерго» - были проведены экспериментальные исследования в нейтрали трансформатора ТРДН–32000 / 110, который установлен в ОРУ–110 кВ Абаканской ТЭЦ (ТГК-13), в период повышенной геомагнитной активности и в период спокойного состояния геомагнитного поля. Итог: установлена зависимость отказов оборудования под действием вариаций геомагнитного поля Земли в период геомагнитных бурь.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о необходимости учета и разработки алгоритма оценки влияния геомагнитных возмущений на надежность функционирования электроэнергетических систем арктических зон.

Список литературы:

1. Александров Д. С. Надёжность и качество электроснабжения предприятий [Текст] / Д. С. Александров, Е. Ф. Щербаков // Надёжность и качество

электрооборудования предприятий: учебное пособие / Ульяновск : УлГТУ, 2010. – с.115-117

2. Карпов В.В., Федоров В.К., Грунин В.К., Осипов Д.С. Основы теории надежности систем электрооборудования [Текст] // Основы теории надежности систем электрооборудования: учебное пособие / Омск: Изд-во ОмГТУ, 2003. - с. 7.

3. https://bstudy.net/657303/tehnika/vozmozhnye_prichiny_povrezhdeniy_otkazov_osnogo_elektrooborudovaniya

4. Анищенко В.А. Колосова И.В. Основы надежности систем электрооборудования [Текст] / В. А. Анищенко, И. В. Колосова // Основы надежности систем электрооборудования: учебное пособие / Минск, 2007. - с. 9.

5. Осипов В.И. Безопасность электрических сетей России от гелиомагнитной опасности – необходимый элемент обеспечения энергетической и экологической безопасности. / В.И. Осипов, Н.А. Махутов, А.Н. Данилин // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2010. - №5. – с.42-53.

6. Гершенгорн А.И. Воздействия геомагнитных токов на электрооборудование энергосистем / А.И. Гершенгорн // Электрические станции №3 / 1993. с.54-63.

7. Исследование влияния геомагнитных бурь на отказы в электроэнергетических системах / Т.Ю. Загурская, В.И. Пантелеев, Г.Н. Чистяков // Физико-математические и технические науки как постиндустриальный фундамент эволюции информационного общества: сборник статей Международной научно-практической конференции (15 декабря 2017 г., г.Уфа). - Уфа– АЭТЕРНА, 2017. – с.83-87.

8. Чистяков Г.Н. Влияние возмущений геомагнитного поля на надежность работы устройств релейной защиты и автоматики / Г.Н. Чистяков, Е.В. Платонова, Т.Ю. Зарубина, В.И. Пантелеев // Технологии ЭМС. – 2017. - №2(61). – с.25-35.

Региональные особенности передачи электрической энергии с учётом экологической безопасности на примере Чукотского автономного округа

*Мамелин А.И., студент,
Северо-Восточный федеральный университет,
г. Анадырь
E-mail: andrei-mamelin@mail.ru*

*Научный руководитель:
ст. преподаватель, Загурская Т.Ю.*

Аннотация

Прогрессивное функционирование современного общества невозможно без такого ресурса как электроэнергия. С одной стороны, использование электроэнергии в промышленных и бытовых целях поднимает уровень прогресса на новый уровень. С другой стороны, использование данного энергоресурса несет определенные негативные последствия. Среди такого рода последствий электромагнитные воздействия на животный мир. Негативные воздействия на экологию можно оценить в количественном показателе. Требования к экологической безопасности при передаче электроэнергии оговорены в законодательных и нормативных актах Российской Федерации. В России,

и в частности, в Чукотском автономном округе, вопрос экологической безопасности является актуальным.

Напряжение воздушных линий (ВЛ) достигает 1500кВ, а дальность передачи электроэнергии 3000км. Таким образом, становится невозможным преуменьшать влияние воздушных линий электропередач на окружающую среду. Из-за малой плотности размещения сетей и небольшого разнообразия конструктивных решений воздушных линий, до середины XX века, вопросу влияния воздушных линий на окружающую среду не уделялось должного внимания.

Высоковольтные линии электропередач оказывают влияние на живые организмы, кроме этого оказывают эстетическое влияние на окружающую среду.

При проектировании и строительстве линий электропередач, проявляется взаимное влияние между ЛЭП и окружающей средой. Отчуждение и изъятие земель, вырубка лесных насаждений, ограничение хозяйственной деятельности в зоне отчуждения земли для ВЛ, вредное влияние электромагнитного поля сверх- и ультравысокого напряжения на биосферу, возникновение теле- и радиопомех, акустические шумы, создаваемые ВЛ, ухудшение работы средств связи, ухудшение эстетического восприятия ландшафта в местах прохождения трасс ВЛ – со всеми этими экологическими аспектами приходится сталкиваться при проектировании и строительстве ЛЭП.

Воздействия электрического поля исследуются учеными, которые обнаружили, что уже при напряженности 1 кВ/м оно оказывает неблагоприятное влияние на нервную систему человека, что в свою очередь ведет к нарушениям эндокринного аппарата и обмена веществ в организме (меди, цинка, железа и кобальта), нарушает физиологические функции: ритм сердечных сокращений, уровень кровяного давления, активность мозга, ход обменных процессов и иммунную активность. Научные публикации о влиянии на людей и животных электрических полей с величинами напряженности более 10 кВ/м, можно найти начиная уже с 1972 г.

Использование кабельных линий электропередач позволяет решить ряд проблем, связанных с экологической совместимостью передачи электроэнергии и сохранности окружающей среды, но в условиях вечной мерзлоты (в частности в Чукотском автономном округе), кабельные линии нельзя назвать полноценной альтернативой, т.к. их использование затруднено суровыми природными условиями[9].

Проектирование и строительство линий электропередач регулируется рядом нормативных и законодательных актов.

В соответствии с п.3 ст.89 «Земли энергетики» Земельного кодекса Российской Федерации" от 25.10.2001 N 136-ФЗ: Правила определения размеров земельных участков для размещения воздушных линий электропередачи и опор линий связи, обслуживающих электрические сети, устанавливаются Правительством Российской Федерации[6].

Конструкция ВЛ, ее проектирование и строительство, регулируются Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) и Строительными нормами и правилами (СНИП), стандарты организации (СТО) [1].

Требования СТО 56947007-29.240.037-2010 «Экологическая безопасность электросетевых объектов. Требования при проектировании» направлены на

обеспечение экологической безопасности вновь проектируемых и реконструируемых подстанций и воздушных линий электропередач. В СТО приведены требования при проектировании, направленные на предотвращение негативного воздействия на окружающую среду, жизнедеятельность и здоровье населения и обслуживающего персонала, и на обеспечение экологической безопасности электросетевых объектов при их сооружении и функционировании.

Допустимые уровни электромагнитных помех приведены в ГОСТ 22012, ГОСТ Р 51320 и ГОСТ Р 51097. Нормированные уровни акустического шума приведены в ГОСТ 12.1.036 для производственных и жилых помещений[1].

Территория Чукотского автономного округа сравнительно мало изменена антропогенными нарушениями, хотя в окрестностях поселков и промышленных объектов масштабы антропогенной трансформации довольно внушительны. Распространение таких участков носит преимущественно очаговый характер; всего разрешением затронуто около 0,25% территории округа. Вместе с тем, в условиях контрастно сезонного климата и мозаичности ландшафтов, а при современных транспортных возможностях – и относительно легкой доступности участков в зимнее время, популяции позвоночных животных Чукотки оказываются особенно уязвимыми к антропогенному влиянию. В целях реализации положений ст.10 Федерального закона "О животном мире" от 24.04.1995 N 52-ФЗ[3] и ст.68 Федерального закона от 10.01.2002 N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды"[4] в ряде субъектов Российской Федерации, например, в Чукотском автономном округе и Архангельской области установлен порядок организаций и общественного экологического контроля и рассмотрения его результатов (Закон Чукотского автономного округа «Об общественном экологическом контроле в Чукотском автономном округе» от 21 декабря 2007 г. №158-ОЗ) [8].

Энергетическая отрасль Чукотского автономного округа является сложной, широко разветвленной системой, состоящей из предприятий, вырабатывающих тепло-, электроэнергию, и предприятий, осуществляющих поставку электроэнергии и тепла потребителям. В нее входят предприятия "большой" и "малой энергетики". К предприятиям большой энергетики относятся: Билибинская атомная электростанция – филиал Открытого акционерного общества «Концерн Росэнергоатом» (далее - Билибинская АЭС) и предприятия Открытого акционерного общества «Чукотэнерго» (далее - ОАО «Чукотэнерго»). К малой энергетике относятся 38 дизельных электростанций (далее - ДЭС) и 45 котельных, и одна ветровая электростанция (далее - ВЭС), входящие в состав предприятий жилищно-коммунального хозяйства. Ежегодно в округе производится до 550 млн. кВт*ч электроэнергии и до 1,2 млн. Гкал тепловой энергии.

Электроэнергетический комплекс Чукотского автономного округа обслуживается энергосистемой Чукотского автономного округа, являющейся изолированной. В составе энергетической системы округа работают изолированно друг от друга три энергоузла: Анадырский, Эгвекинотский и Чаун-Билибинский. Основными объектами генерации являются электростанции ОАО «Чукотэнерго» и Билибинская АЭС. Производство электрической энергии (дизельная генерация) в территориально обособленных сельских поселениях округа осуществляется предприятиями жилищно-коммунального хозяйства. В электроэнергетический

комплекс Чукотского автономного округа входят также 18 линий электропередачи класса напряжения 35-110 кВ и 33 трансформаторных подстанций с суммарной мощностью трансформаторов 430,8 МВт.

Чукотский автономный округ является энергоизбыточным регионом, это значит, что выработка энергии превышает ее расход. К основным потребителям тепловой энергии относятся население и промышленность в виде отопительно-вентиляционной нагрузки, нагрузки горячего водоснабжения и технологической нагрузки промышленных предприятий.

Перспективы по развитию энергетики округа масштабные, поскольку без этого не будет самого социально-экономического развития региона, не будет пополнения бюджета территории.

Подводя итоги вышеизложенному, можно сделать вывод, что в XXI веке потребность в обеспечении электроэнергией является актуальной, и важность выполнения этой задачи продолжает расти. На Чукотке это выражено довольно ярко. Потребность в развитии энергетики в ЧАО очень высока, но такой же уровень важности должна иметь и экологическая сторона данной задачи.

Список литературы:

1. СТО 56947007-29.240.037-2010 Экологическая безопасность электросетевых объектов. Требования при проектировании.
2. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 29.07.2017) "Об охране окружающей среды" "Российская газета", N 6, 12.01.2002.
3. Федеральный закон от 24.04.1995 N 52-ФЗ (ред. от 03.07.2016) "О животном мире" "Российская газета", N 86, 04.05.1995.
4. Федеральный закон от 26.03.2003 N 35-ФЗ (ред. от 29.07.2017) "Об электроэнергетике" "Российская газета", N 60, 01.04.2003.
5. "Земельный кодекс Российской Федерации" от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 29.07.2017) (с изм. и доп., вступ. в силу с 11.08.2017) "Российская газета", N 211-212, 30.10.2001.
6. "Градостроительный кодекс Российской Федерации" от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 29.07.2017) (с изм. и доп., вступ. в силу с 11.08.2017) "Российская газета", N 290, 30.12.2004.
7. Постановление Госгортехнадзора РФ от 05.06.2003 N 65 "Об утверждении Инструкции по безопасной эксплуатации электроустановок в горнорудной промышленности" (Зарегистрировано в Минюсте РФ 19.06.2003 N 4736).
8. Закон Чукотского автономного округа «Об общественном экологическом контроле в Чукотском автономном округе» от 21 декабря 2007 г. №158-ФЗ.
9. Экологические аспекты передачи энергии по воздушным линиям в Чукотском автономном округе / Загурская Т.Ю. // Труды Международной научной конференции молодых ученых и специалистов "Экология энергетики - 2017" 2017. С. 106-109.

Возобновляемые источники энергии для Республики Саха (Якутия)

*Моисеенко К.А., студент,
Томский политехнический университет,
г.Томск
E-mail: Kostya-1024@mail.ru*

*Научный руководитель:
ассистент Черемискина М.С.*

Самым крупным регионом России по праву считается Республика Саха (Якутия). Площадь этого субъекта Российской Федерации 3083523 км².

Две трети территории республики относится к децентрализованной зоне энергоснабжения, на которой проживает менее 100 тысяч человек – это так называемый Северный энергорайон, включающий Арктические и северные районы Якутии. Здесь основным источником электроэнергии до сих пор являются изолированно работающие локальные дизельные электростанции. В связи с этим, для данной области актуальны возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Сегодня в составе акционерного общества «Сахаэнерго» 19 солнечных электростанций общей мощностью 1,6 МВт [1].

Все якутские электростанции сооружаются с учетом климатических особенностей республики. Западные энергетические компании привлекает возможность испытать свое оборудование в непростых погодных условиях.

За годы эксплуатации ВИЭ в Якутии, специалисты «Сахаэнерго» сформировали целый комплекс требований к технологиям и методам строительства, которые можно будет применять при возведении новых сооружений и объектов. Так, в Тикси, во время пурги скорость ветра может достигать 60 м/с [2].

В связи с климатическими особенностями региона необходимо применение альтернативных источников питания, так как большая часть повреждений подразумевает невозможность быстрого реагирования ремонтного персонала. Жители удаленных от электростанций районов периодически остаются без «света» на продолжительный срок (от нескольких часов до 7-8 дней).

Электросеть Республики представлена на рисунке 1. В данном регионе установлено 13 электростанций, их общая вырабатываемая мощность представлена в таблице 1 [3].

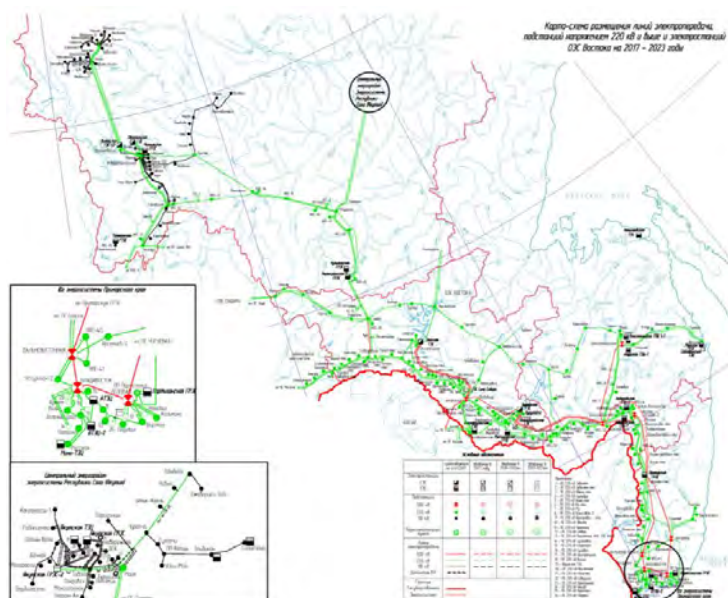


Рисунок 1 – Карта-схема линий электропередачи Республики Саха (Якутия)

Таблица 1

Вырабатываемая мощность электростанций, включенных в электросеть Республики Саха (Якутия)

Электростанция	Мощность, МВт
Вилюйская ГЭС (ГЭС-1, ГЭС-2)	680.00
Нерюнгринская ГРЭС	618.00
Якутская ГРЭС	368.00
Вилюйская ГЭС-3 (Светлинская ГЭС)	277.50
Электростанции Сахаэнерго	178.70
Якутская ГРЭС-2	170.00
Центральные ЭС [Якутскэнерго]	88.40
Западные ЭС [Якутскэнерго]	78.50
Мирнинская ГРЭС	72.00
Чульманская ТЭЦ	48.00
Талаканская ГТЭС	48.00
Якутская ТЭЦ	12.00
Депутатская ТЭЦ	7.50

Для поддержания бесперебойной подачи электроэнергии до потребителя необходима установка альтернативных источников питания. Из всех возможных вариаций наиболее применимыми для республики Саха (Якутия) являются источники, использующие энергию солнца или энергию ветра [4].

На территории субъекта эксплуатируются 19 солнечных электростанций общей мощностью 1,6 МВт. Экономия дизельного топлива солнечными электростанциями в 2018 году составила 300 тонн стоимостью 17 млн. рублей.

Рассмотрим применение энергии ветра на примере поселке городского типа Тикси, проанализируем данные приведенные в таблице 2.

Средняя скорость ветра (м/с)

	Высота 10 м	Зима	Весна	Лето	Осень	Максимум
Тикси	9,7	10,4	8,8	7,4	8,1	49

В настоящее время в поселке Тикси, Булунского района Якутии, уже запустили первую в России уникальную ветряную электростанцию, которая адаптирована к работе в тяжелых климатических условиях севера. Ветро дизельный комплекс повышает надежность энергоснабжения. Первая очередь включает в себя арктическую ветровую станцию мощностью 900 кВт. Оборудование было изготовлено японскими партнерами именно для работы в таких сложных условиях, они не имеют аналогов в мире [5].

Подберем отечественное оборудование для исследуемой области.

Оборудование, подходящее для нашего климатического исполнения – УХЛ1

- УХЛ – объединение умеренного и холодного макроклиматических районов;
- 1 – эксплуатация на открытом воздухе с воздействием любых атмосферных факторов (дождь, ливень, снег, пыль при сильном ветре).

Под эти условия компания «НИПОМ» производит ветрогенераторы:

- мощность ветрогенератора – до 10 кВт;
- емкость АБ – до 5000 А·ч;
- эффективный запас энергии АБ – до 100 кВт·час.

Так же, подходит оборудование компании «Вымпел»:

1. Ветроэлектростанция 2000 кВт для сильных ветров

- Стартовая скорость ветра – 4 м/с.
- Номинальная скорость ветра – 13 м/с.
- Макс. эксплуатационная скорость – 25 м/с.
- Номинальная мощность – 2000 кВт

2. Ветроэлектростанция 2000 кВт для средних ветров

- Стартовая скорость ветра – 3,5 м/с
- Номинальная скорость ветра – 12 м/с
- Макс. эксплуатационная скорость – 25 м/с
- Номинальная мощность – 2000 кВт

Возобновляемые источники энергии, в настоящее время, выходят на передний план. Экологические проблемы, прогнозы истощаемости природных ископаемых в ближайшие десятилетия актуализируют применение ВИЭ на территории Российской Федерации. Применение альтернативных источников энергии повысит уровень жизни людей, проживающих в удаленных районах Республики Саха.

Список литературы:

1. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. – М.: РадиоСофт, 2008. – 228 с.

2. Германович В., Турилин А. Альтернативные источники энергии. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы. Производство чистой электроэнергии при использовании энергии ветра. – М.: Наука и техника, 2011.

3. Кашкаров А.П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции. – М.: ДМК Пресс, 2011.

4. Германович В. Альтернативные источники энергии. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы // Наука и техника, 2011.

5. World Wind Energy Association 2011 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.wwindea.org> (30.03.2012).

Исследование ОНЧ свистящих атмосфериков в Якутии

*Новикова Р.В., студент,
Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова,
г. Якутск
E-mail: panelnyi.son97@gmail.com*

*Научный руководитель:
к.ф.-м.н., Каримов Р.Р.*

Целью данной работы является исследование вариаций количества ОНЧ свистящих атмосфериков, по наблюдениям в Якутии. Прделанные работы помогут при изучении свойств плазмы и ее регулярных вариаций, и проследовать за поведением свистящих атмосфериков с 2017 года по сегодняшний день.

Введение

Физические условия, существующие в магнитосфере, трудно воспроизвести в лабораторных условиях. Таким образом, изучение распространения электромагнитных волн естественного происхождения от грозовых источников, так называемых свистящих атмосфериков (свистов, вистлеров), актуально для получения новых, более точных сведений о структуре ионосферы и магнитосферы и происходящих в них физических явлениях, а также исследования взаимосвязей между ними. Основным средством регулярной диагностики плазмы является наблюдение свистящих атмосфериков на наземных станциях. Метод вистлеров эффективен при изучении свойств плазмы и ее регулярных вариаций. Вероятность получения свистов максимальна в средних широтах, и в среднем продолжительность их регистрации составляет несколько часов в день. Свистящие атмосферики используют в качестве индикатора активных воздействий на ионосферу. Так, информация о параметрах искусственного нагрева ионосферы может быть восстановлена по огибающей вистлера, в то время как частотная дисперсия содержит данные об эволюции электронной концентрации. ОНЧ-излучение – сверхдлинная волна, частота которой составляет от 3 до 30 кГц, а длина от 10 до 100 км. Основным природным источником очень низкочастотного излучения являются грозовые разряды, порождающие радиоимпульсы

– атмосферерики. Эти радиоимпульсы распространяются на большие расстояния с малым затуханием в волноводе Земля-ионосфера. В результате распространения в магнитосфере во время движения электромагнитное поле претерпевают частотную дисперсию: сначала приходят высокочастотные составляющие сигнала, затем, с нарастающим запаздыванием более низкие частоты. Такие сигналы называются - свистящие атмосферерики - особые радиосигналы диапазона очень низких частот (ОНЧ), возникающие в результате распространения электромагнитного поля в магнитосфере. В настоящее время в мире существует не слишком большое количество станций, где проводятся такие наблюдения. С сентября 2018 года на радиофизическом полигоне «Ойбенкель» ИКФИА СО РАН началась синхронная регистрация спектров в рабочем режиме в рамках сети AWDANet, всемирная сеть детекторов вистлеров (AWDANet, сеть автоматического анализа вистлеров) создана группой космических исследований ELITE, которая начала развиваться в 2002 году. По их данным за период с 1 октября 2018 года по 30 января 2019 года выбраны дни с наиболее точными носовыми вистлерами на спектрах, по которым делались расчеты по двум моделям, разработанным Чунг Дж Парком в «Methods of Determining Electron Concentrations in the Magnetosphere from Nose Whistlers» («Методы определения электронной концентрации по носовым вистлерам»): по диффузионному равновесию [Diffusive Equilibrium Model] и бесстолкновительная модель [Collisionless model].



Рис. 1. Сетевые станции AWDANet по всему миру и на радиофизическом полигоне «Ойбенкель» ИКФИА СО РАН

Результаты

На рисунке 2 приведен график дат с количеством вистлеров, зарегистрированных на радиофизическом полигоне «Ойбенкель» ИКФИА СО РАН за период с 10 декабря 2017 года по 21 января 2019 года, порог которых достигал, или был равен 1000. Они позволяют определить места, где находятся грозовые источники зарегистрированных свистящих атмосферерики и координаты магнитоспрояженной области по отношению к Якутску. В таблице 1 представлены значения $f_{\text{Неq}}$ – минимальная электронная гирочастота; f_n - частота; t_n - время; L - параметр Макилвейна для различных моделей распределения в различных формах в зависимости от желаемой точности; n_e - электронная концентрация; N_T - общее количество электронов в трубке. После ручного расчета значений, написана программа на «Visual Studio», которая в дальнейшем упростит поиски электронной концентрации и других

значений, что даны выше по двум разным моделям. На данный момент программа в процессе обработки.

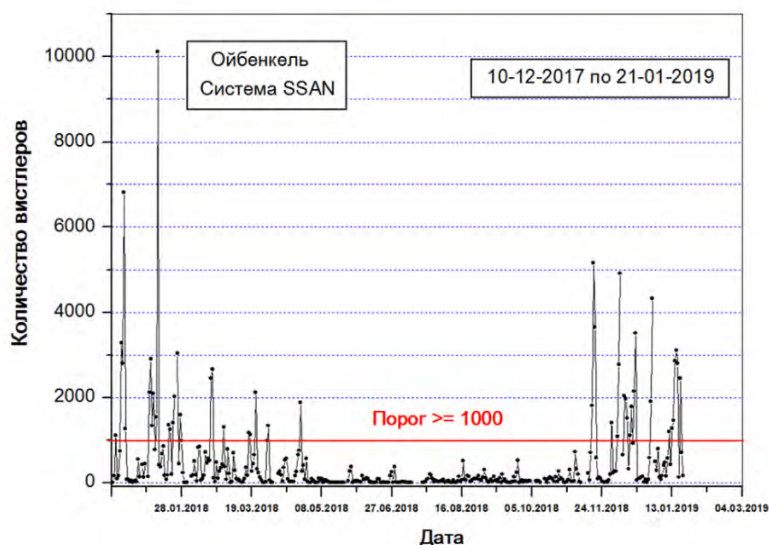


Рис.2 Количество вистлеров, зарегистрированных на радиофизическом полигоне «Ойбенкель» ИКФИА СО РАН за период с 10 декабря 2017 года по 21 января 2019 года

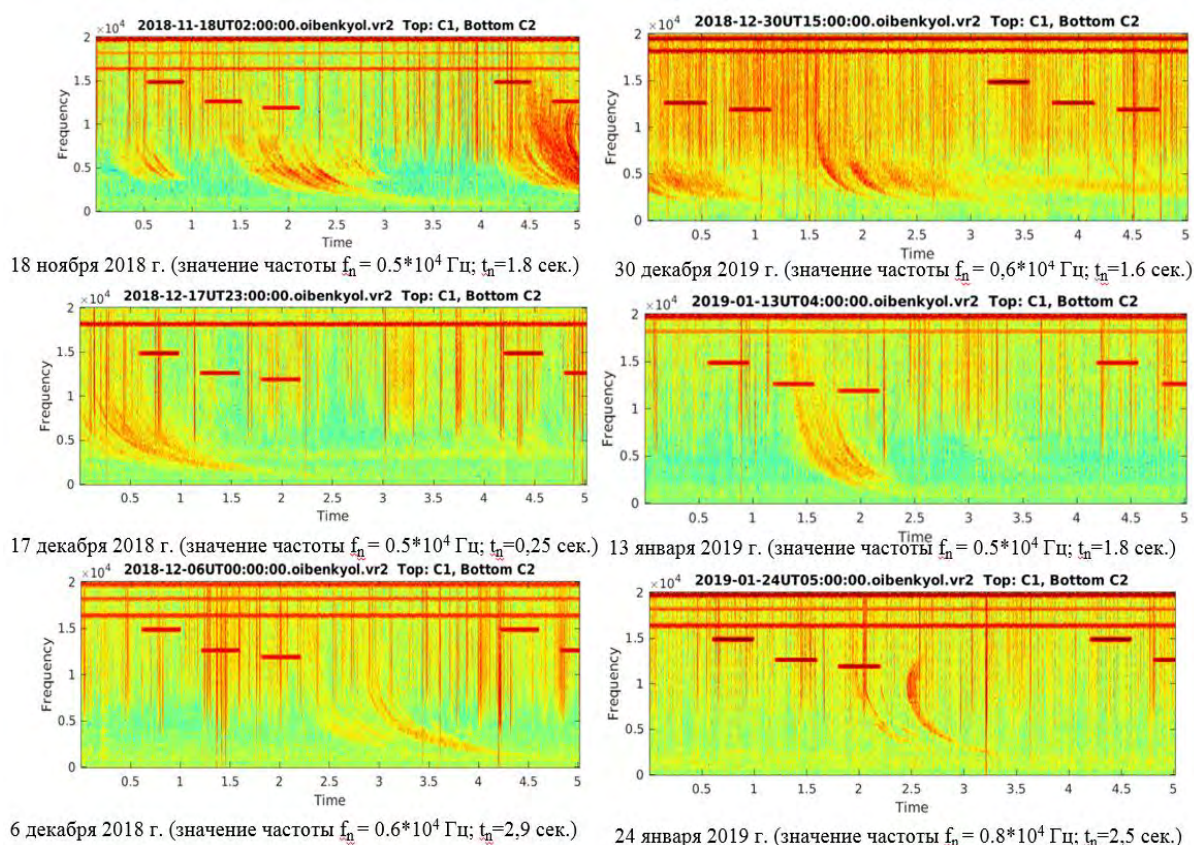


Рис.3 Дни с AWDANetSpectrums с наиболее точными носовыми вистлерами на спектрах, из данных которых делались расчеты

Таблица 1

Расчеты, полученные вручную с помощью двух моделей по дням, в спектре которых находились свистящие атмосферерики

Значение	Диффузионное равновесие	Бесстолкновительная модель	Дата
f_{Heq}	13500	11500	18.11.2018
L	4.01537	4.2358	18.11.2018
n_e	372.47609	118.8058	18.11.2018
N_T	$3.4696 \cdot 10^{14}$	$3.02138 \cdot 10^{13}$	18.11.2018
f_{Heq}	16200	13800	6.12.2018
L	3.7786	3.9860	6.12.2018
n_e	1572.185	501.4488	6.12.2018
N_T	$1.1484 \cdot 10^{14}$	$1.00008 \cdot 10^{14}$	6.12.2018
f_{Heq}	13500	11500	17.12.2018
L	4.01537	4.2358	17.12.2018
n_e	7.1850	2.2917	17.12.2018
N_T	$6.6930 \cdot 10^{11}$	$5.8296 \cdot 10^{11}$	17.12.2018
f_{Heq}	16200	13800	30.12.2018
L	3.7786	3.9860	30.12.2018
n_e	478.5659	152.640	30.12.2018
N_T	$3.4958 \cdot 10^{13}$	$3.0442 \cdot 10^{13}$	30.12.2018
f_{Heq}	10800	9200	13.01.2019
L	4.3254	4.5629	13.01.2019
n_e	142.661	45.5027	13.01.2019
N_T	$1.7894 \cdot 10^{13}$	$1.5582 \cdot 10^{13}$	13.01.2019
f_{Heq}	21600	18400	24.01.2019
L	3.4330	3.6215	24.01.2019
n_e	2516.5	802.652	24.01.2019
N_T	$1.2525 \cdot 10^{14}$	$1.0907 \cdot 10^{14}$	24.01.2019

Заключение

Целью данной работы является исследование вариаций количества ОНЧ свистящих атмосферерики по наблюдениям в Якутии. В результате, были рассчитаны количества вистлеров, зарегистрированных на радиофизическом полигоне «Ойбенкель» ИКФИА СО РАН за период с 10 декабря 2017 года по 21 января 2019 года и построен график их зависимости. По данным различных спутников, исследующих высокоэнергетические заряженные частицы в околоземном пространстве отобраны дни, когда они регистрировали время и значение расстояния силовой линии в радиусах Земли на территории Республики Саха (Якутия) с октября 2018 года по январь 2019

года. Из данных AWDANetSpectrums за период с 1 октября 2018 года по 30 января 2019 года выбраны дни с наиболее точными носовыми вистлерами на спектрах, по которым делались расчеты по двум моделям. По ним же, на стадии обработки, находится программа на «Visual Studio», которая в дальнейшем упростит поиски электронной концентрации. Прделанные работы помогут при изучении свойств плазмы и ее регулярных вариаций, и проследовать за поведением свистящих атмосфериков с 2017 года по сегодняшний день.

Список литературы:

1. Дж. К. Харгривс «Верхняя атмосфера и солнечно-земные связи: Введение в физику околоземной космической среды», Ленинград: Гидрометеиздат, 1982, 290 с.
2. Распопов О. М., Клейменова Н. Г «Возмущения электромагнитного поля Земли. Часть ОНЧ-излучения» Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1977, 144 с.
3. Vladimir Mochalov, Anastasia Mochalova «Algorithms and results of streaming whistler recognition» E3S Web of Conferences 62, 02001 (2018).
4. Rustam Karimov, Vladimir Mochalov, Anastasia Mochalova, Lena Tarabukina, Vyacheslav Argunov, Mikhail Gotovcev « Analysis of whistlers registration data obtained by SSAN system on subauroral station in Yakutsk» E3S Web of Conferences 62, 02004(2018).
5. С. И. Львов, Муллаяров В. А., В. И. Козлов «Пеленгационные наблюдения областей выхода из ионосферы свистящих атмосфериков // Геомагнетизм и аэрномия» 2002. Т.42. N5. С.635-641.
6. Robert A.Helliwell, «Whistlers and Related Ionospheric Phenomena» 1965, Stanford, California, U.S.A. L.C. 63-14128.
7. Park Chung G. «Methods of Determining Electron Concentrations in the Magnetosphere from Nose Whistlers» January 1972. Stanford, California; Report No 3454-1.
8. «Программный комплекс анализа грозовой активности и вистлеров» В.Ф.Королев; DOI: 10.18454/2079-6641-2017-18-2-89-98; УДК 512.24.
9. «Алгоритм для автоматического распознавания свистящих атмосфериков в режиме реального времени» Е.А. Малыш. УДК 004.93+519.688, 2015 г.

Исследование процесса охлаждения гидроагрегатов строительных, дорожных машин в условиях низких климатических температур

*Охлопков Т.Н., старший преподаватель,
Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова,
г. Якутск
E-mail: tixontanya@mail.ru*

Аннотация: Обеспечение работоспособности строительных, дорожных машин (СДМ) в условиях Крайнего Севера является непростой инженерно - технической задачей, которая требует научного обоснования проблемы. Процесс охлаждения гидроагрегатов зависит от природно-климатических условий, режима работы, природы и объема рабочей жидкости, условия эксплуатации, материала гидроагрегата. В данной статье изложены результаты экспериментальных измерений и теоретических расчетов процесса охлаждения гидроагрегатов автогрейдера ДЗ-98. Зафиксирована температура

поверхности гидравлического бака, гидравлического цилиндра, рукава высокого давления (РВД) при $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$, в различных режимах работы, в определенный промежуток времени. Определены: площадь, объем рабочей жидкости, текущая температура поверхности гидравлического бака, гидравлического цилиндра, рукава высокого давления в режиме холостого хода. На основании полученных данных построены графики зависимости температуры от времени.

Актуальность: Специфические условия районов с холодным климатом вызывают особые требования к СДМ, эксплуатируемым в этих районах. У обычной техники, которая не приспособлена к таким условиям, снижается производительность и эксплуатационная надежность по сравнению с аналогичными СДМ, работающими в зоне умеренного климата. Обычные СДМ часто простаивают из-за нарушения теплового режима двигателей, поломок узлов и деталей, вызываемых воздействием низких температур и других факторов. Количество поломок и интенсивность изнашивания деталей этих машин, в условиях холодного климата, в 3 - 5 раз больше, чем в зоне умеренного климата.

Обеспечение работоспособности СДМ в условиях низких климатических температур является актуальной и сложной проблемой, для решения которой необходимо проведение комплекса научных, конструкторских, технологических и организационных мероприятий на всех этапах эксплуатации [1,2,3].

Экспериментальное исследование: измерения проводились 16 января 2018 года (температура окружающего воздуха по данным ФГБУ «Якутское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды ОГМС «Якутск» (р-н Гимеин) составляло $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$) на базе АО «Якутдорстрой» г.Якутска, предприятие занимается благоустройством улиц, строительством и ремонтом дорог, грузоперевозками.

Объект исследования: гидравлический бак, гидравлический цилиндр, РВД автогрейдера ДЗ-98 2015 года выпуска, рабочая жидкость в гидравлической системе всесезонное масло гидравлическое загущенное (ВМГЗ).



Рис.1 Автогрейдер ДЗ-98

Каждые 15 минут в течение 2 часов 15 минут фиксировалась температура поверхности гидроагрегатов с помощью инфракрасного термометра 400-EN-01.



Рис.2 Гидробак



Рис.3 Гидроцилиндр

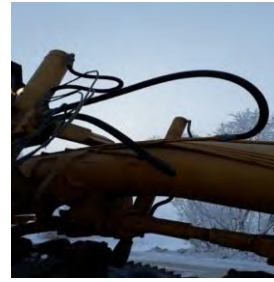


Рис.4 РВД

Таблица 1

Результаты измерений

Время, ч	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25
Температура гидравлического бака °С	-3,8	-8,3	-2,8	1,6	-3	-8,1	-7,1	0,4	-8,3
Температура в гидроцилиндре °С	-14	-21	-22,3	-22	-29,2	-33,8	-31,3	-30	-40
Температура РВД °С	-27,4	-25,8	-23	-19,7	-25,3	-31,6	-28,7	-27,9	-41,2

Теоретическая часть: расчет температур гидроагрегатов

1. Площадь гидроагрегатов

Таблица №2

Площадь гидроагрегатов

Гидроагрегат	Гидравлический бак	Гидравлический цилиндр	РВД
Площадь м ²	1,53	0,47	0,11

2. Объем рабочей жидкости в гидроагрегатах

Таблица 3

Объем рабочей жидкости в гидроагрегатах

Гидроагрегат	Гидравлический бак	Гидравлический цилиндр	РВД
Объем рабочей жидкости м ³	0,089	0,0135	0,000396

3. Текущая температура гидроагрегатов в режиме холостого хода

Гидроагрегат обладает первоначальной теплотой, которая на выводе техники из теплого помещения наружу отдается окружающему воздуху [4].

Уравнение теплоотдачи имеет вид:

$$Q_1 dT = Q_F dt \quad (1)$$

Где Q_1 -начальная теплота гидроагрегата; Q_F - теплота, отдаваемая через наружную поверхность; dT, dt -приращение температуры К и времени, час.

Текущую температуру гидроагрегатов рассчитывают по формуле:

$$T = \frac{T_0}{e^{\beta t}} + T_B \left(1 - \frac{1}{e^{\beta t}}\right) - 273 \quad (2)$$

Где T_0 - начальная температура +5 °C=278 К; T_B -температура окружающего воздуха К; t -время ч;

$$\beta = \frac{kF_T}{c_M m_M + c_T m_T} \quad (3)$$

k -коэффициент теплоотдачи $\frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{час} \cdot \text{град}}$; F_T -площадь гидроагрегата м^2 ; c_M -теплоемкость рабочей жидкости $\frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$; m_M -масса рабочей жидкости кг; c_T -теплоемкость материала гидроагрегата $\frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$; m_T -масса гидроагрегата кг.

Таблица 4

Результаты измерений и расчетов гидравлического бака в режиме холостого хода

Исходные данные		
Тв=231 К		
e=2,71		
$\beta=0,007$		
Время, час	0,25	0,5
Экспериментальная температура гидравлического бака ° С	-3,8	-8,3
Расчетная температура гидравлического бака ° С	-3,9	-8,4

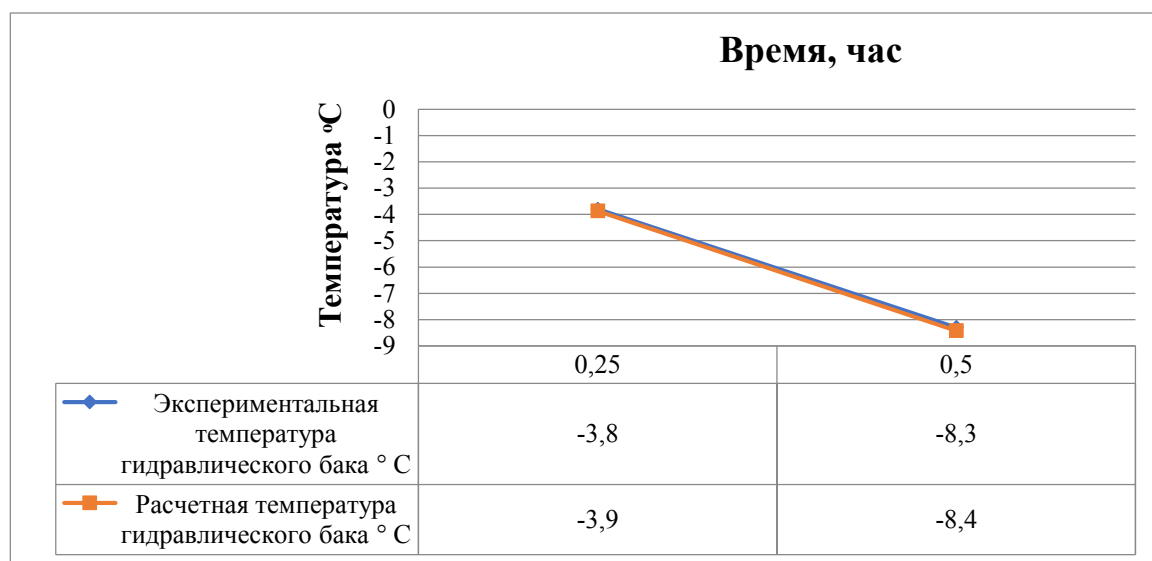


Рис.5 Сравнение экспериментальных и расчетных данных гидравлического бака

Таблица 5

Результаты измерений и расчетов гидравлического цилиндра в режиме холостого хода

Исходные данные		
Тв=231		
e=2,71		
$\beta=0,013$		
Время	0,25	0,5
Экспериментальная температура в гидроцилиндре ° С	-14	-21
Расчетная температура в гидроцилиндре ° С	-14,1	-21,1

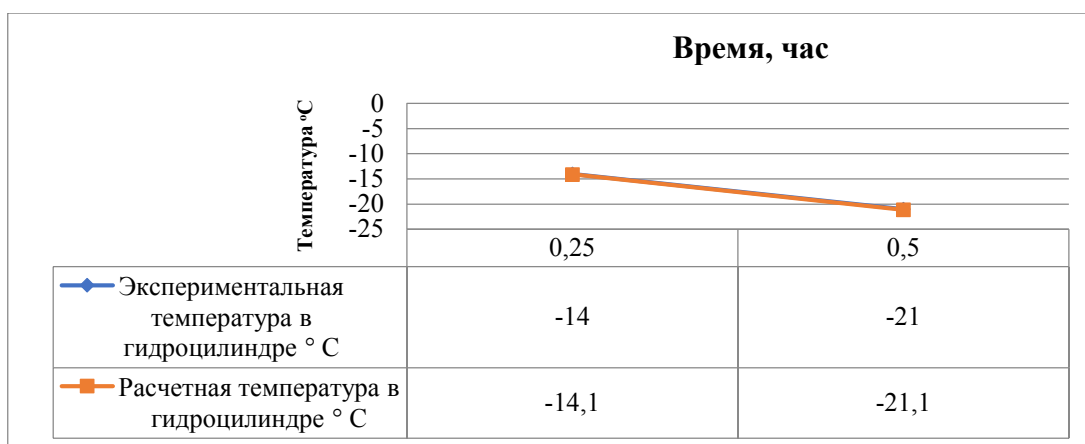


Рис.6 Сравнение экспериментальных и расчетных данных гидравлического цилиндра

Таблица 6

Результаты измерений и расчетов РВД в режиме холостого хода

Исходные данные		
Тв=231		
е=2,71		
$\beta=0,06$		
Время	0,25	0,5
Экспериментальная температура РВД °C	-27,4	-25,8
Расчетная температура РВД °C	-27,6	-26,3

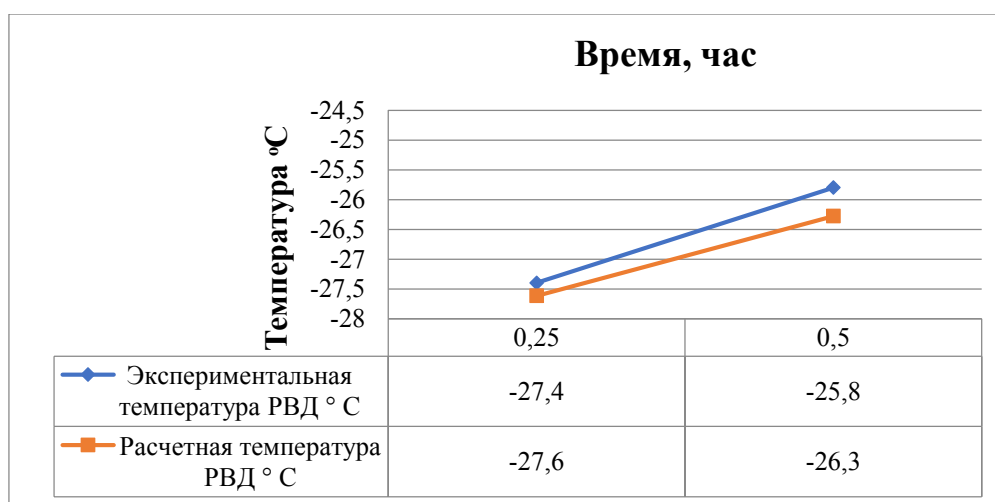


Рис.7 Сравнение экспериментальных и расчетных данных РВД

Список литературы:

1. <http://docplayer.ru/40423850-Klinduh-nadezhda-yurevna-sovershenstvovanie-sistem-gidroprivoda-stroitelnyh-kranov-dlya-ekspluatacii-pri-nizkih-temperaturah.html>
2. А.М. Ишков, М.А. Викулов, Москва, издательство «Форум» 2015, Эксплуатация горнотранспортных машин на карьерах Севера 3-7 страница.
3. <https://dlib.rsl.ru/viewer/01000087400#?page=1>

4. В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Г.М. Камфер, С.Г. Нечаев, И.Е. Иванов, Л.М. Матюхин, К.А. Морозов, Москва, издательство «Высшая школа» 2005, Теплотехника 272-278 стр.

Учет электропотребления на базе микропроцессорных устройств

*Пермяков Т.Д., студент
Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,
г. Нерюнгри
E-mail: renoirchik@gmail.com*

*научный руководитель:
канд. технических наук, доцент, Шабо К.Я.*

В современное время, в производстве и в быту, наибольшее распространение получают электронные цифровые (микропроцессорные) счетчики электрической энергии, тем самым осуществляется замена традиционных индукционных счетчиков. Современное оборудование обеспечивает повышенную точность измерения электрической энергии, простоту калибровки, защиту от несанкционированного доступа, многотарифный учет электроэнергии, автоматическое считывание показаний, дистанционное управление нагрузкой потребителей, контроль качества потребляемой электрической энергии и т. п.

Микропроцессорные счетчики электрической энергии (МПСЭЭ) могут функционировать как автономно, так и в составе автоматизированных систем контроля и учета энергии (АСКУЭ), являясь их наиболее массовыми элементами. Данные, получаемые в АСКУЭ посредством МПСЭЭ, позволяют управлять режимами электропотребления, определять и прогнозировать все составляющие баланса: выработку, потребление и потери электроэнергии на шинах при ее передаче, осуществлять финансовые расчеты и т. д.

Микропроцессорный счетчик представляет собой специализированный промышленный компьютер, непрерывно функционирующий под управлением «жесткой» программы в течение длительного времени (среднее время наработки до отказа должно превышать 50 000 часов), что предъявляет повышенные требования к надежности МПСЭЭ и их элементов. Базовыми элементами МПСЭЭ являются специализированные измерительные микросхемы, микроконтроллеры, цифровые сигнальные процессоры, интерфейсные микросхемы и модемы.

С точки зрения вычислительной техники МПСЭЭ представляет собой специализированный промышленный компьютер, непрерывно функционирующий под управлением «жесткой» программы. Кроме измерения электрической энергии, такие приборы обеспечивают контроль ее качества, регистрацию аварийных ситуаций и перенапряжений в электрических сетях, а также управление и регулирование электропотребления [1]. По сравнению с традиционными индукционными (механическими и электромеханическими) приборами учета, эти счетчики обладают рядом преимуществ:

- повышенной точностью измерения;

- широкими возможностями измерений;
- возможностью контроля качества;
- возможностью учета потерь электроэнергии;
- простой калибровкой;
- защитой от несанкционированного доступа;
- автоматическим считыванием показаний;
- безопасностью (защитой информации);
- гибким фактурированием (возможностью многотарифного учета, предоплаты и т. п.);
- возможностью управления нагрузкой потребителей.

Как правило, погрешности индукционных счетчиков превышают 2%. В то же время погрешности МПСЭЭ достигают 0,2%. За счет более высокой точности они позволяют снизить небалансы энергосистем (при работе в составе АСКУЭ).

Микроконтроллеры обрабатывают «оцифрованные» значения ЭЭ, поступающие из измерительных ИМС, управляют работой, отображением и приемом/передачей данных счетчика по цифровым каналам связи через интерфейсные схемы. В сравнительно простых однофазных и трехфазных счетчиках активной ЭЭ нашли применение МК типа ATmega48, ATmega88, ATmega168 фирмы Atmel (США), имеющие относительно небольшие стоимость и потребляемую мощность, а также высокие надежность и быстродействие [3, 4]. Они представляют собой 8-битные микроконтроллеры с AVR RISC-архитектурой с программируемой флеш-памятью объемом 4, 8 и 16 Кб соответственно. МК выполнены по КМОП-технологии, характеризующейся низким энергопотреблением. Выполняя команды за один цикл, МК достигают производительности 1 MIPS при частоте задающего генератора 1 МГц, что позволяет разработчику оптимизировать отношение энергопотребления к производительности. AVR-ядро объединяет богатую систему команд и 32 рабочих регистра общего назначения. Все 32 регистра непосредственно связаны с арифметико-логическим устройством (ALU), что позволяет получить доступ к двум независимым регистрам при выполнении одной команды. В результате эта архитектура обеспечивает в десятки раз большую производительность, чем стандартная CISC-архитектура.

МК ATmega48/88/168 (рис. 1) содержат процессорное ядро (центральный процессорный элемент, AVR CPU), внутрисистемно программируемую флеш-память программ объемом 4/8/16 Кб, флеш-память данных объемом 256/512/512 байт, статическое ОЗУ (SRAM) объемом 512/1К/1К байт, 23 линии ввода-вывода общего применения, 32 рабочих регистра общего назначения, три гибких таймера/счетчика со схемой сравнения, внутренние и внешние источники прерывания, универсальный синхронный/асинхронный приемопередатчик (USART), байт-ориентированный последовательный двухпроводной интерфейс, 6- или 8-канальный АЦП в зависимости от типа корпуса (4 (6) канала имеют 10-битное разрешение, а 2 – 8-битное), программируемый сторожевой таймер со встроенным генератором, SPI-порт.

МК имеют пять программно инициализируемых режимов пониженного энергопотребления [4]. В режиме Idle останавливается ядро, а SRAM, таймеры/счетчики, SPI-порт и система прерываний продолжают функционировать. В режиме Power-down содержимое регистров сохраняется, но останавливается задающий генератор и отключаются все внутренние функции МК до тех пор, пока не произойдет

прерывание или аппаратный сброс. В режиме Power-save асинхронные таймеры продолжают функционировать, позволяя отсчитывать временные интервалы в то время, когда МК находится в «спящем» режиме. В режиме ADC Noise Reduction останавливаются вычислительное ядро и все модули ввода-вывода, за исключением асинхронного таймера и самого АЦП, что позволяет минимизировать шумы в течение выполнения аналого-цифрового преобразования. В режиме Standby задающий генератор работает, в то время как остальная часть прибора не функционирует. Это обеспечивает возможность быстрого запуска приборов при одновременном снижении энергопотребления.

Приборы созданы по высококачественной технологии изготовления энергонезависимой памяти компании Atmel. Встроенная флеш-память с интерфейсом ISP (In System Programming – внутрисхемное программирование) позволяет перепрограммировать память программ в системе через последовательный интерфейс SPI программой-загрузчиком, выполняемой в AVR-ядре, или обычным программатором энергонезависимой памяти. Программа-загрузчик способна загрузить данные по любому интерфейсу, имеющемуся у МК. Программа в загрузочном секторе продолжает выполняться даже при загрузке области памяти прикладной программы, обеспечивая реальный режим «считывания при записи».

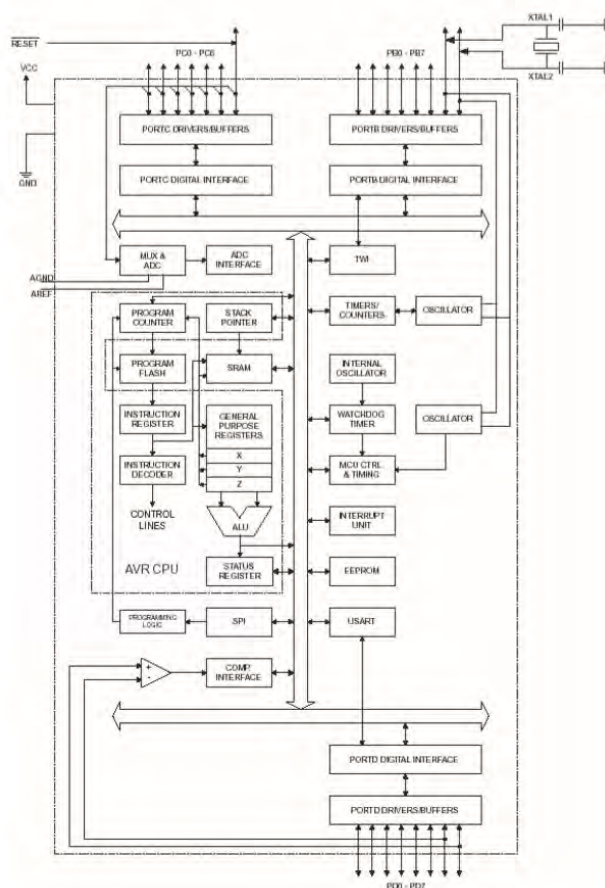


Рис. 1 — Структурная схема МК ATMega48/ATMega88/ATMega168

МК поддерживаются различными программными средствами и интегрированными средствами разработки, такими как: компиляторы языка СИ, макроассемблеры, программные отладчики/симуляторы, внутрисхемные эмуляторы и

ознакомительные наборы. Диапазон рабочих температур МК – от $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$, максимальное напряжение питания – 6,0 В, максимальный ток линии ввода/вывода – 40 мА, максимальный ток по линии питания VCC и GND – 200 мА, среднее время наработки на отказ – около $2,4 \times 10^7$ часов, что соответствует ИМС высокой надежности [5]. В ряде счетчиков ЭЭ применяют также МК серии MSP430xx фирмы Texas Instruments и др. В некоторых счетчиках, например, в счетчиках серии «Альфа» фирмы «Эльстер Метроника», используют специально разработанные для них МК.

Список литературы:

1. Ричи Р. Электронные приборы учета: простое решение // Электроника инфо. 2006. № 1. С. 38–41.
2. <http://www.izmerenie.ru>
3. 65. Таненбаум Э., Остин Т. Архитектура компьютера. – СПб.: Питер, 2015. – 816 с.
4. АТМega48, АТМega88, АТМega168: 8-битные AVR-микроконтроллеры с4/8/16 КБ внутрисистемно программируемой Flash-памяти. Режим доступа: http://gaw.ru/html.cgi/txt/ic/Atmel/micros/avr/atmega48_88_168.htm
5. Строгов А. Долговечность интегральных схем и производственные методы ее прогнозирования // Chipinfo. 2016. 8 сент. Режим доступа: <http://www.chipinfo.ru/literatura/chipnews/200206/8.html>

Форбуш-понижения в магнитном облаке

*Петухова А.С., м.н.с,
Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера
Сибирского отделения Российской Академии наук,
г. Якутск,
E-mail: petukhova@ikfia.ysn.ru*

*Научный руководитель:
д.ф.-м.н. Петухов С.И.*

Аннотация

Рассчитана временная динамика функции распределения космических лучей в магнитном облаке, имеющем в начальный момент времени форму сегмента тора с характерной (бессиловой) структурой магнитного поля. Форма облака при последующем распространении, в межпланетном пространстве, определяется на основе инерциального приближения. Магнитное поле облака определяется условием вмороженности. При расчете функции распределения частиц учитывается электромагнитное поле облака, рассеяние частиц не учитывается. Получены соотношения между функцией распределения частиц и 2-мя ее моментами (плотность частиц, однонаправленная анизотропия). Выявлено, что потери космических лучей в областях, связывающих магнитное облако с Солнцем, определяют амплитуду второй ступени Форбуш понижения. Установлена зависимость временной динамики характеристик Форбуш понижения от типа магнитного облака. Результаты расчета

плотности числа частиц и однонаправленной анизотропии, в общем, соответствуют измерениям. Представленные результаты свидетельствуют об определяющей роли структуры магнитного поля облака во временной динамике Форбуш понижения.

Введение

Межпланетные выбросы коронального вещества (ICMEs) оказывают сильное воздействие на состояние околоземного пространства, геомагнитную активность и пространственное распределение космических лучей (КЛ) в межпланетном пространстве. Внутри ICMEs могут располагаться магнитные облака, которые занимают значительную часть их объема. Магнитное облако (МО) представляет собой крупномасштабную магнитную петлю, соединенную с Солнцем концами. Согласно принятой терминологии, области петли, находящиеся на Солнце, называются «ноги».

При определении свойств МО, в основном, используют результаты прямых измерений на космических аппаратах [1]. Для определения свойств МО также используют КЛ. КЛ, вследствие их высокой мобильности, содержат сведения о глобальных свойствах МО, которые, таким образом, могут выявить информацию о МО, которая не может быть измерена локально. Форбуш понижение (ФП) это наблюдаемое понижение в измеряемом диапазоне детекторов КЛ (нейтронные мониторы, мюонные телескопы), связанное с прохождением ICME через точку наблюдения (Земля).

В настоящее время не существует общепринятого заключения о вкладе МО в механизм ФП. К примеру, Zhang и Burlaga [2] отрицают вклад МО в амплитуду ФП. С другой стороны, Kuwabara и др. [3] пришли к выводу о важном вкладе МО в амплитуду ФП. Richardson и Cane [4] считают, что турбулентный слой и МО в равной степени определяют амплитуду ФП.

В этой работе мы представляем результат расчета Форбуш понижения в МО с тороидальной структурой магнитного поля.

Модель

В модельных расчетах МО в начальный момент времени представляем в виде сегмента тора, а его магнитное поле удовлетворяет решению [5].

Мы предполагаем, что МО заморожено в плазму ICME, каждый элемент которого движется радиально в гелиоцентрической системе координат.

Компоненты магнитного поля, во время распространения МО, вычисляются согласно условию замороженности, представляющему сохранение магнитного потока через площадки, связанные с лагранжевыми частицами. Мы предполагаем, что между МО и солнечным ветром нет взаимодействия.

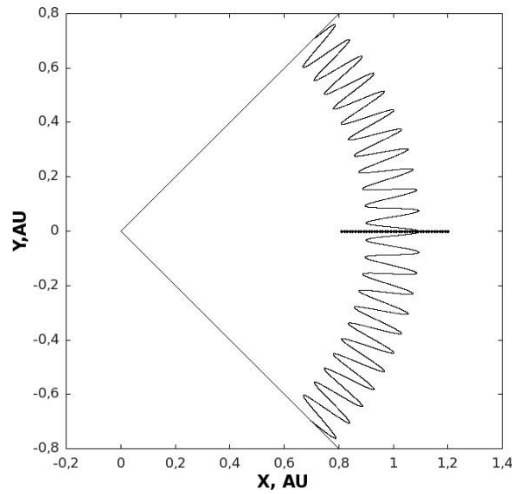


Рисунок 1. Скetch формы сегмента тора, представленный одной силовой линией, находящейся вблизи его поверхности, для одного момента времени. Силовая линия соответствует решению Миллера, Тернера в начальный момент времени и определена согласно условию вмерзновенности во второй момент времени. Ось сегмента лежит в плоскости XOY , $R/r=10$, где R, r – радиусы оси и поперечного сечения тора. Угловая ширина равна $\pi/2$. Длина оси на орбите Земли составляет $\pi/2$, а.е.

Метод расчета

МО является глобальной петлевой структурой, которая соединена с Солнцем. Из расчета траекторий частиц следует, что КЛ могут многократно перемещаться из одной ноги в другую, удерживаясь внутри МО длительное время [6]. В этом случае неоднородность магнитного поля МО, особенно сильная в области ног, может приводить к перемешиванию частиц в сегменте, т.е. к изотропии и однородности по пространству функции распределения.

В модели расчета, мы представляем МО как сегмент тора (рисунок 1), который в целом соответствует центральной части реального МО. В каждый момент времени внутри МО существуют две группы КЛ: 1. траектории частиц, которые начинаются в окружающем пространстве; 2. траектории, которые начинаются в торцах тора. Функция распределения первой группы КЛ рассчитывается точно, а функция распределения второй группы вычисляется приблизительно. Чтобы учесть влияние ног на распространение КЛ внутри МО, введем следующие утверждения: 1) поток частиц, выходящий из торцов, равен потоку частиц, вернушемуся обратно, с учетом потерь – влияние ног; 2) функция распределения вернувшихся частиц на торцах изотропна и однородна по сечению из-за влияния неоднородного поля.

Для сопоставления результатов модельных расчетов с измерениями необходимо установить соотношения между функцией распределения и ее моментами:

$$f(\vec{p}) = f_0(p) + \vec{n}\vec{b}$$

где f – функция распределения, f_0 , \vec{b} – изотропная и анизотропная части функции распределения; \vec{n} – единичный вектор направления движения частицы. Из соотношения мы определяем f_0 , \vec{b} домножив на различные тригонометрические функции углов и интегрируя по телесному углу

$$f_0 = 1/4\pi \int f d\Omega, \vec{A} = -(\vec{b}/f_0) 100\%,$$

где f_0 – плотность усредненной по телесному углу функции распределения, которая с точностью до множителя совпадает с плотностью числа частиц – нулевой момент; \vec{A} – анизотропия функции распределения $d\Omega$ – дифференциал телесного угла.

Результаты расчета

Для сегмента тора, использованного в иллюстративном расчете, приняты следующие параметры начального состояния: радиус сечения тора $0.043r_e$ (r_e – астрономическая единица), ось тора расположена в плоскости солнечного экватора на расстоянии $0.457r_e$ от Солнца; угловая ширина сегмента $\pi/2$; напряженность магнитного поля на оси тора 20 нТ; расширение тора при его радиальном движении производится сферически симметричным выбросом, скорости лагранжевых частиц которого в пределах тора распределены линейно по радиусу от 500 до 400 км/с. МО окружает паркеровский солнечный ветер. Взаимодействие МО с солнечным ветром не учитывается. Ось тора находится в плоскости XOY системы координат. Кинетическая энергия частиц $\varepsilon_k = 10$ ГэВ (10.9 ГВ).

На рисунке 2а, 2б показаны результаты расчета пространственного распределения амплитуды ФП и компонент анизотропии вдоль прямой линии для одного момента времени. Момент времени соответствует $1 r_e$. Пространственное распределение при x от $1.2 r_e$ до $0.8 r_e$ соответствует временной зависимости параметров ФП во время прохождения МО Земли. Параметры ФП зависят от коэффициента потери частиц на концах тора: чем больше потери, тем больше параметры. Амплитуда ФП слабо зависит от типа МО.

На рисунке 2а представлена амплитуда ФП $A_{FD} = ((f_0 - f_{00})/f_{00})100\%$, где f_{00} – плотность функции распределения за пределами МО. Кривая соответствует $\xi = 0.05$, где ξ – коэффициент потерь. Можно отметить, что размер области ФП существенно меньше поперечного размера МО. Однако в реальных событиях ФП наблюдаются на протяжении всего МО или даже дольше [7]. В нашей модели ФП отсутствует в течение $(0.9-0.94)r_e$ и $(1.06-1.09)r_e$, так как: 1. КЛ, которые недавно вошли в МО еще не испытали его эффект. 2. Функция распределения КЛ вне МО является изотропной и однородной в пространстве. В реальных событиях функция распределения неизотропная и неоднородная из-за влияния турбулентной области. На рисунке 2б показаны компоненты анизотропии. МО определяет поведение компонент анизотропии.

В работах [Abunin et al., 2013; Belov et al., 2015] приведены результаты анализа поведения плотности и векторной анизотропии КЛ с жесткостью 10 GV (9 ГэВ) в 99 событиях 23-го и 24-го солнечных циклов, в которых было установлено присутствие МО. В данной выборке выделено характерное поведение плотности и анизотропии в МО: 1. максимальная величина $A_{ФП}$ заключена в пределах 1-12%; 2. анизотропия существенно меняется при входе и/или выходе из МО; 3. внутри МО часто наблюдается систематическое изменение анизотропии; 4. для экваториальной компоненты анизотропии характерно вращение; 5. северо-южная компонента анизотропии часто меняет знак в окрестности центра МО. 6. Плотность КЛ изменяется внутри МО, формируя почти симметричную картину с минимумом плотности КЛ в центре МО. Как видно из результатов, представленных на рисунках 2а, 2б модельные расчеты, в общем, воспроизводят наблюдаемое в МО поведение плотности и однонаправленной анизотропии, представленной в Таблице 1 статьи [7].

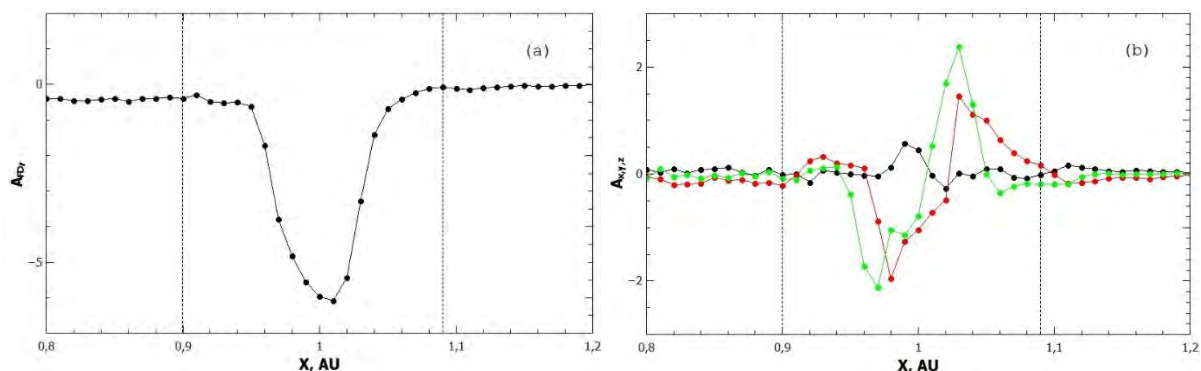


Рисунок 2. Амплитуда ФП в зависимости в пространстве (2a). Коэффициент потерь $\xi = 0.05$. Штрихованные вертикальные линии обозначают границ МО. Тип облака южно-западно-северный. Компоненты однонаправленной анизотропии в пространстве (2b). Черная, красная и зеленая кривые соответствуют $A_{x,y,z}$ компонентам анизотропии

Выводы

1. Предложены и реализованы кинематическая модель для определения динамики МО, расположенного в неоднородном потоке вещества, и метод расчета компонент магнитного поля в нем.
2. Предложен и реализован метод вычисления функции распределения частиц в электромагнитном поле, основанный на расчете траекторий.
3. Рассчитана временная динамика плотности, однонаправленной анизотропии в тороидальной модели МО, в целом, согласующейся с измерениями.

Список литературы:

1. Burlaga L F 1988 JGR 93(A7) 7217.
2. Zhang G & Burlaga L F 1988 JGR 93 2511.
3. Kuwabara T, Bieber JW, Evenson P, et al. 2009 JGR 114 A05109.
4. Richardson I G & Cane H V 2011 Sol. Phys. 270 609.
5. Miller G & Turner L 1981 Physics of Fluids 24 363.
6. Krittinatham W & Ruffolo D 2009 ApJ 704 831.
7. Belov A, Abunin A, Abunina M et al. 2015 Solar Physics 290.5 1429.

Анализ вариаций ОНЧ-излучения во время геомагнитной активности с 1979 по 2018 гг. по наблюдениям на радиофизическом полигоне "Ойбенкель" ИКФИА СО РАН

*Попова У.Д., студент,
Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова,
г. Якутск
E-mail: ladygreen.xxxx@mail.com*

*Научный руководитель:
к.ф.-м.н., Каримов Р.Р.*

В данной работе рассматриваются вариации ОНЧ-излучения за период с 1979 по 2018гг., что включает в себя четыре солнечных цикла. Целью работы является

исследование вариаций ОНЧ-шумов на частоте 8,7 кГц, зарегистрированных на радиофизическом полигоне «Ойбенкель» ИКФИА СО РАН, во время сильной геомагнитной активности, оцениваемой индексом $K_p \geq 6$. Получено, что вариации ОНЧ-шумов находится в антикорреляционной связи с солнечной активностью двух периодов 1979-1996 гг. и 2001-2018 гг. Получено, что для минимума и максимума суточного хода ОНЧ-шумов, понижение амплитуды проявляется ближе к нулевому дню в дни с сильной геомагнитной активностью, причем вариации достигают 7-10%.

Введение

Интерес ученых к проблеме солнечно – земных связей вызван несколькими причинами. Прежде всего, по мере выяснения физических сторон влияния Солнца на Землю выявилось громадное прикладное значение этой проблемы для радиосвязи, магнитной навигации, безопасности космических полетов, прогнозирования погоды и так далее. Представления о Солнечно-Земных связях складывались постепенно, на основе отдельных догадок и открытий. В 1915 г. А. Л. Чижевский [1] обратил внимание на циклическую связь между развитием некоторых эпидемий и пятнообразовательной деятельностью Солнца.

Цель данной работы: провести анализ вариаций ОНЧ-излучения, регистрируемого в Якутске в солнечных циклах с 1979 по 2018 гг. Научной новизной работы является то, что рассматривается длительный период непрерывных наблюдений интенсивности ОНЧ-излучения на 8,7 кГц за четыре солнечных цикла. Актуальностью данной работы является то, что рассматривается связь солнечной активности с вариациями интенсивности ОНЧ-излучения, источником которых являются проявление магнитосферной возмущенности, изменения свойств нижней ионосферы и метеорологических параметров атмосферы. Результаты исследования будут полезны при разработке физического механизма солнечно-земных связей. Таким образом, представляется интересным в данной работе исследовать связь солнечной активности с вариациями интенсивности ОНЧ-излучения с 1979 по 2018 гг., что включает в себе четыре 11 летних цикла солнечных пятен и два 22-летних магнитных цикла.

В лаборатории РИМ ИКФИА СО РАН ранее был проведен анализа долговременных вариаций ОНЧ-шумов грозового происхождения. В [2-4] было получено, что грозовая активность как на востоке Сибири, так и в Африканском мировом центре, находится в отрицательной связи с изменением количества солнечных пятен. Наиболее высокие значения коэффициента антикорреляции (-0,83) между грозовой деятельностью и солнечной активностью получены для гроз на востоке Сибири.

Методика исследований

В 1972 году основная экспериментальная база основана на радиофизическом полигоне «Ойбенкель» ИКФИА СО РАН, который находится в 25 км от г. Якутска вдали от промышленных помех. На радиополигоне установлен многоканальный ОНЧ-регистратор, который регистрирует ОНЧ-шумы на 11-ти фиксированных частотах. Данные регистрации записывались в аналоговом виде - на лентах. В 2001 году началась регистрация ОНЧ-шумов в цифровом виде.

В данной работе проведен анализ вариаций ОНЧ-шумов на частоте 8,7 кГц за два периода 1979-1996 гг. и 2001-2018 гг. что включает в себя четыре солнечных цикла.

Как было показано в работе [2], на данной частоте ОНЧ-шумы отражают грозовую активность. На рисунке 1 представлена панорама радиофизического полигона «Ойбенкель». Слева на рисунке видна магнитная рамочная антенна, ориентированная в направлении восток-запад, на которую принимаются ОНЧ-шумы.

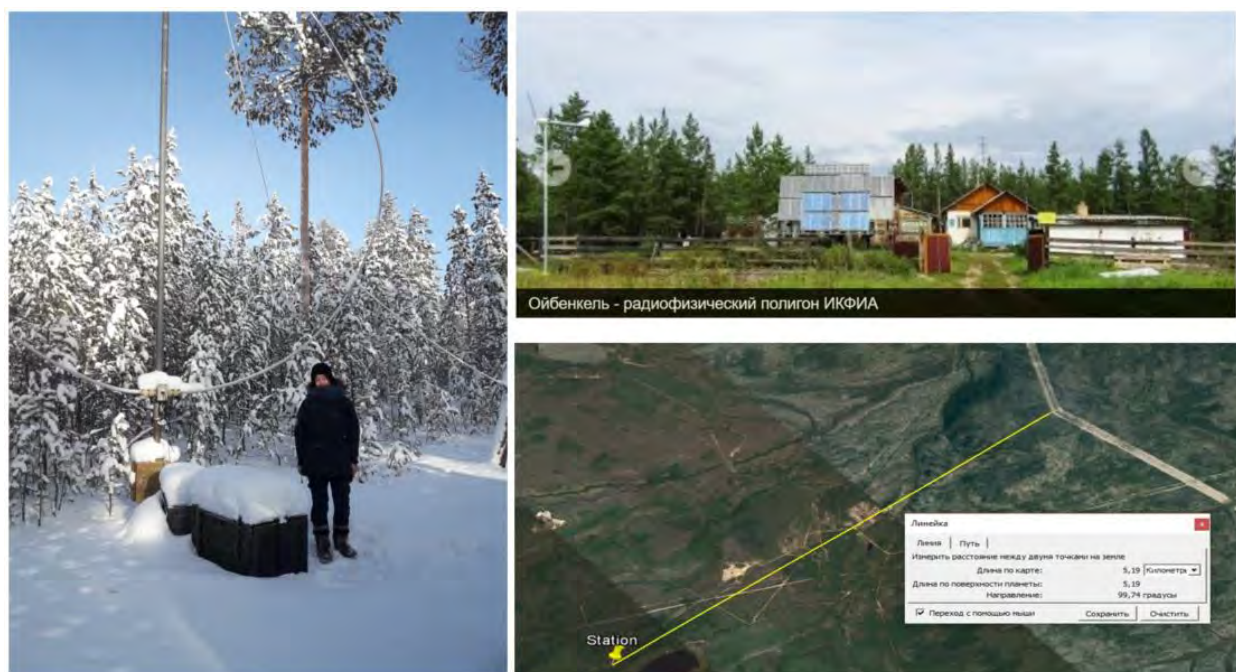


Рис.1. Радиофизический полигон «Ойбенкель» ИКФИА СО РАН

Результаты

На рисунке 2 представлены вариации ОНЧ-шумов и солнечной активности с 1979 по 1996 гг.. Черным цветом представлен ход количества солнечных пятен, красным цветом – интенсивность ОНЧ-шумов в минимуме суточного хода (04UT) и синим цветом - интенсивность ОНЧ-шумов в максимуме суточного хода (16UT). На рисунке 3 представлены вариации ОНЧ-шумов и солнечной активности с 2001 по 2018 гг. Черным цветом представлен ход часового количества солнечных пятен и синим цветом – часовая амплитуда ОНЧ-шумов. Как видно из рисунков вариации интенсивности ОНЧ-шумов находится в противофазе с количеством солнечных пятен, которые отражают солнечную активность. Противофазность взаимосвязи имеет одинаковый характер, как для двух циклов за период 1979-1996 гг. так и для двух циклов 2001-2018 гг. Как было показано в работе [2], наиболее высокие значения коэффициента антикорреляции, около $-0,83$, были получены для ОНЧ-шумов в максимуме суточного хода.

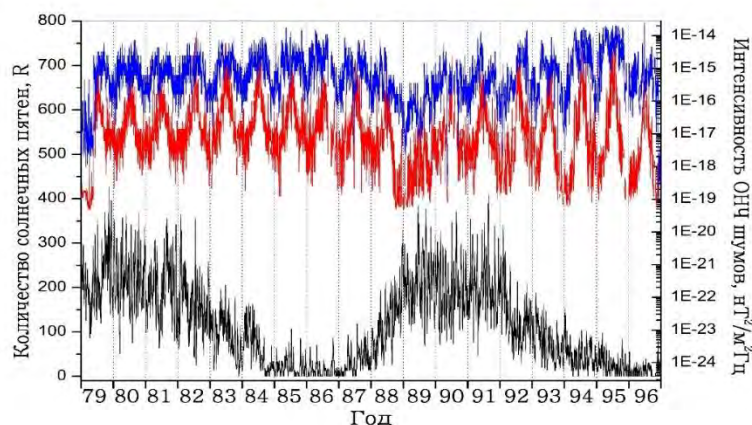


Рис.2. Вариации ОНЧ-шумов и солнечной активности с 1979 по 1996 гг.

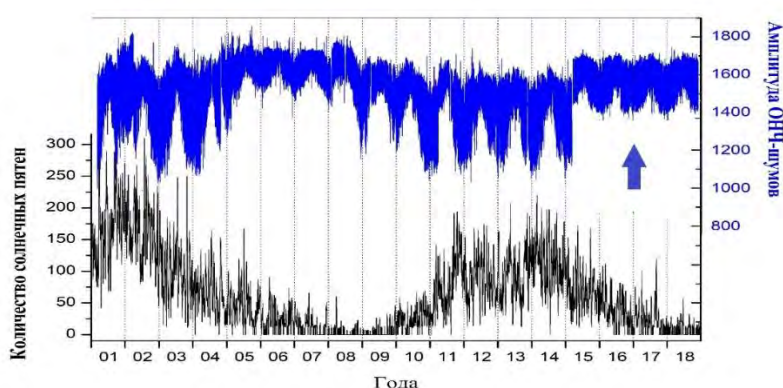


Рис.3. Вариации ОНЧ-шумов и солнечной активности с 2001 по 2018 гг.

Далее было проведено исследование методом наложения эпох вариаций ОНЧ-шумов в минимуме и максимуме суточного хода во время сильной геомагнитной активности, когда значение индекса K_p было больше либо равно 6, для тех же двух периодов 1979-1996 гг. и 2001-2018 гг. в отдельности.

Как видно из рисунков 4 и 5 амплитуда ОНЧ-шумов понижается в дни с сильной геомагнитной активностью. Причем одинаковые результаты метода наложения эпох получены для разных наборов данных (04UT и 16UT), а также для различных периодов солнечной активности.

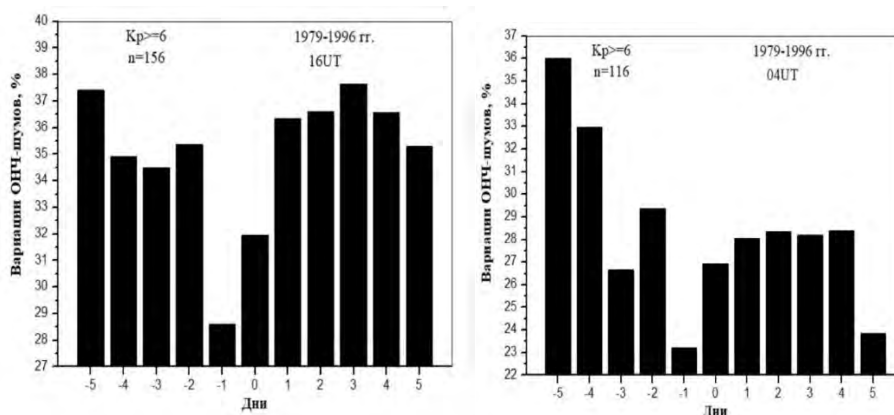


Рис.4. Метод наложения эпох вариаций ОНЧ-шумов на 8,7 кГц за период 1979-1996 гг.

Нулевой день – сильная геомагнитная активность с $K_p \geq 6$.

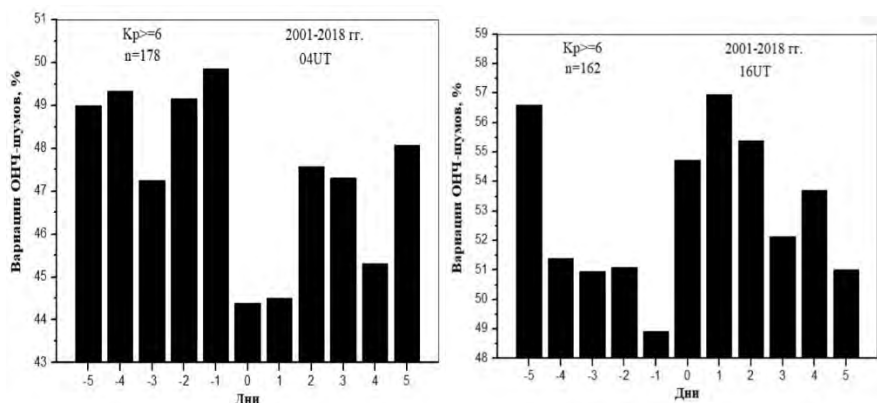


Рис.5. Метод наложения эпох вариаций ОНЧ-шумов на 8,7 кГц за период 2001-2018 гг.
Нулевой день – сильная геомагнитная активность с $K_p \geq 6$

Таким образом, это говорит о том, что понижение амплитуды ОНЧ-шумов сохраняется на протяжении всего рассматриваемого периода, а также о достоверности результатов.

Заключение

По результатам анализа вариаций ОНЧ-излучения во время геомагнитной активности с 1979 по 2018 гг. получено:

- 1) Вариации ОНЧ-шумов находится в противофазе с солнечной активностью как для периода 1979-1996 гг., так и для периода 2001-2018 гг.
- 2) Понижение амплитуды ОНЧ-шумов проявляется ближе к нулевому дню в дни с сильной геомагнитной активностью ($K_p \geq 6$) для минимума и максимума суточного хода ОНЧ-шумов и в различных выборках 1979-1996 гг. и 2001-2018 гг. Причем вариации достигают 7-10 %.

Список литературы:

1. Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бурь. — М.: Мысль, 1973. — 352 с.
2. Муллаяров В.А., Каримов Р.Р., Козлов В.И., Мурзаева Н.Н. Связь грозовой деятельности с солнечной активностью по наблюдениям фонового ОНЧ-излучения // Метеорология и гидрология. 1998. N8. С.48-56.
3. Муллаяров В.А., Козлов В.И., Каримов Р.Р. Солнечная активность и интенсивность гроз по наблюдениям ОНЧ-радишумов в Якутии // Исследования по геомагнетизму, аэронауке и физике Солнца. 2000. Вып. 111. С. 95-101.
4. Каримов Р.Р., Козлов В.И., Муллаяров В.А. Связь ОНЧ-шумов со всплесками солнечных протонов // Геомагнетизм и аэронаука. 2001. Т.41. №5. С. 624-626.

Сопоставление вариаций внутренних гравитационных волн в области мезопаузы по измерениям на станции Маймага с температурными данными EOS MLS (AURA)

*Сивцева В.И., аспирант, Аммосов П.П., Гаврильева Г.А.,
Колтовской И.И., Аммосова А.М.,
Институт космофизических исследований и астрономии
им. Ю. Г. Шафера СО РАН,
г. Якутск,
E-mail: verasivtseva@gmail.com, ammosov@ikfia.ysn.ru,
gagavrilyeva@mail.ru, koltigor@mail.ru, ammosovaam@mail.ru*

Ключевые слова: внутренние гравитационные волны, мезопауза, гидроксил, стратопауза, температурный профиль

Исследованы данные температуры области мезопаузы (87 км), полученные за сезоны с 2013 по 2018 гг., на станции Маймага (63.04° N, 129.51° E), с помощью спектрографа Shamrock (Andor), регистрирующего полосу OH (3, 1). Наблюдается сезонный ход стандартных отклонений температуры, соответствующих внутренним гравитационным волнам (ВГВ) σ_{gw} . В сезоне наблюдений 2014-2015 σ_{gw} имеет более низкие значения в зимний период, чем в остальные сезоны. Кроме того, в сезоне 2014-2015 среднемесячные температуры области мезопаузы превышают аналогичные значения в другие сезоны. Для сопоставления приведены спутниковые данные температурных профилей полученные EOS MLS (Aura). После выделения и вычитания вклада гравитационной составляющей из температурных профилей EOS MLS (Aura) для области над станцией Маймага заметно отличие в зимней стратопаузе сезона 2014-2015. В этот сезон зимняя стратопауза имеет более низкие температуры, чем в остальные сезоны, с учетом вычета вклада флуктуаций температуры обусловленных ВГВ.

Впрыск воды в дизельный двигатель как решение по увеличению характеристик двигателя для улучшения транспортной обстановки Республики Саха (Якутия)

*Старостин С. Н., студент
СВФУ им. М.К. Аммосова, Автомоторный факультет,
г. Якутск
email: saryal.starostin@mail.ru*

*Научный руководитель:
доцент кафедры «ЭАТиАС», Петров Н.В.*

Аннотация.

В статье содержится возможность использования дизельного двигателя в условиях крайнего севера, а именно в Республике Саха (Якутия), для улучшения транспортной обстановки Республики.

Введение.

В начале 20-го века во всем мире была тенденция увеличивать мощность двигателя просто увеличивая его размеры, так как принципиальных решений по увеличению мощности двигателя просто не было.

В 1940 годах, в разгар военно-воздушного боя самолетов разных стран, конструкторам и инженерам стало ясно, что метод повышения мощности двигателя путем просто увеличения его габаритов, заведомо тупиковая.

Увеличение габаритов двигателя приводит к увеличению массы самолета, и тем самым, снижая его маневренность. Вполне можно было создать хорошо маневренный самолет с большим двигателем, но это требовало большого количества испытаний, доработок и исследований нового самолета с новым большим двигателем, и тем самым, много времени которое в те времена на счету каждые часы. Не факт, что новый самолет сможет прийти в войска в должном количестве и качестве. Решением данной проблемы стала модернизация двигателей самолетов уже состоявшие в наличии.

Вопросом было как увеличить двигатель так, чтобы размеры оставались в рамках габарита самого самолета. Решением было *«впрыск воды в дизельный двигатель»*.

Впрыск воды в дизельный двигатель[1].

В ходе исследований было выяснено, что добавление воды в камеру сгорания вместе с топливно-воздушной смесью приводит к повышению мощности двигателя, но только при добавлении строго дозированного количества воды. В этом случае вода должна быть дистиллирована, то есть очищена от всех солей и различного рода примесей. Различные примеси могут значительно снизить срок службы двигателя.

Заблуждения про воду.

Многие люди считают, что из-за воды происходит износ двигателя путем его окисления и растворения рабочего масла. Но это не так, вода сама по себе не является окислителем, а окислителем является кислород, растворенный в воде. Еще вода не растворяет масло, нужное для работы хода поршня, а вот дизельное топливо является самым настоящим растворителем, и он является главным фактором, который воздействует на рабочее масло. Принципиальная схема системы впрыска рассмотрена на рисунке 1.

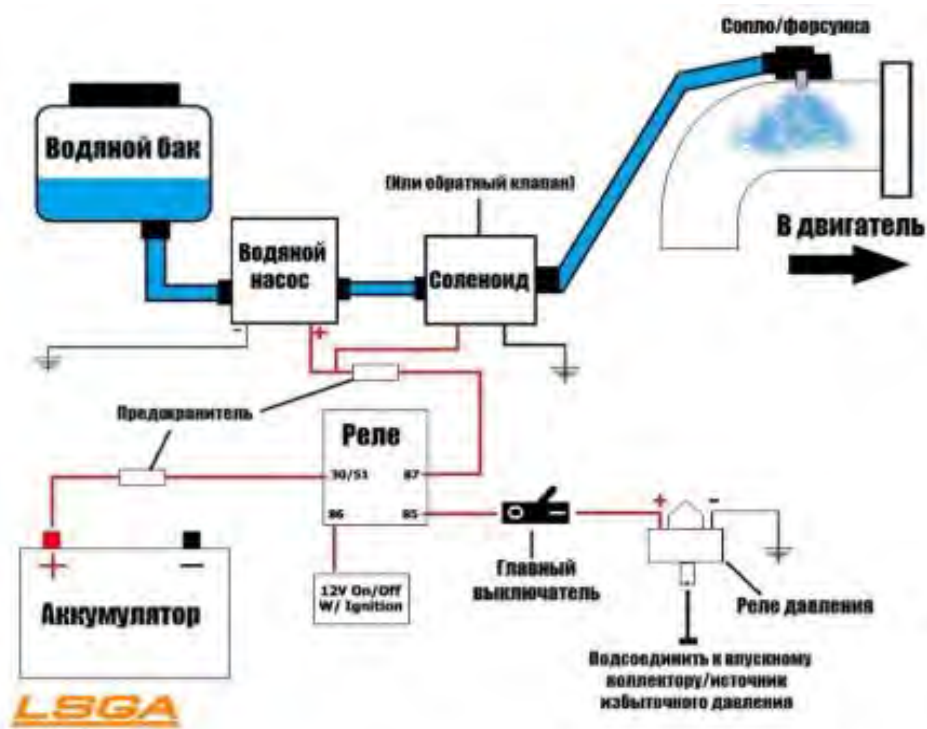


Рис. 1 принципиальная схема системы sprыска воды фирмы «LSGA»

Принцип действия эффекта повышения мощности двигателя за счет добавления воды.

Вода, добавленная в камеру сгорания вместе с топливно-воздушной смесью, увеличивает давление при воспламенении топлива, и таким образом, работает на работу хода поршня, тем самым увеличивая мощность поршня. Вода при испарении в камере сгорания увеличивается в объеме в 1700 раз.

Повышенное давление в камере сгорания провоцирует к увеличению доли воспламененного топлива, и который в свою очередь, увеличивает высвобождаемую энергию при детонации топлива, тем самым увеличивая мощность двигателя.

При испарении воды из камеры сгорания водяной пар забирает с собой значительную часть тепла, и тем самым, охлаждая стенки камеры сгорания. Это позволяет двигателю работать в более интенсивном режиме, и тем самым, увеличивать мощность двигателя, не нанося ему вреда[2].

Дополнительные возможности.

Экономия топлива. Дизельный двигатель значительно экономит топливо, так как при одинаковой мощности двигателей, с sprыском воды и без него, двигатель, оснащенный с впрыском воды, экономит около 4% топлива.

Экологичность выбросов. Как сообщалось ранее, при добавлении воды увеличивается давление в камере сгорания при детонации топлива, и тем самым, увеличивает процентную долю сгораемого топлива. Это позволяет снизить вредные выбросы в атмосферу вместе с выхлопом. [3]

Недостатки системы впрыска воды в дизельный двигатель.

Установка впрыска воды на дизельный двигатель усложняет конструкцию, и тем самым, стоимость самого двигателя и эксплуатационные характеристики. Добавление новых элементов конструкции двигателя влечет за собой снижение надежности

дизельного двигателя. В элемент эксплуатации добавляется элемент как дистиллированная вода или водо-спиртовая смесь. Не правильное хранение этих жидкостей приводит к преждевременному износу двигателя.

Потенциал массового оснащения впрыска воды в дизельный двигатель в Республике Саха (Якутия).

Оснащение всех машин на дизельные двигатели с спрыском воды слегка затруднительная задача. Факторами являются экономическая целесообразность.

В Республике насчитывается около 234 тысячи легковых автомобилей и 51 тысяча грузовых. Оснащение дизельными двигателями с спрыском воды затрудняет габариты машины. На грузовых автомобилях еще можно устанавливать движок, немного отличающийся по размерам двигатель, а на легковых, где компоновка узлов и агрегатов максимально уплотнена, крайне затруднительно.

Еще одним фактором являются тяжелые климатические условия. В настоящее время большинство предприятий выпускающие двигатели с установкой спрыска воды в двигатель ориентированы на более-менее мягкий климат. Тем не менее, первые двигатели с данной установкой, были самолеты, которые эксплуатировались не редко в крайне низкие температуры, в -50 градусов Цельсия. Это приводит на мысль, что можно вполне и массово использовать двигатели с системой спрыска воды на территории РС(Я).

Факторы, которые будут содействовать распространению дизельных двигателей с системой спрыска воды вполне достаточно (рис.2). Одно лишь удорожание цены на бензин можно считать достаточным для начала оснащения машин данными двигателями.

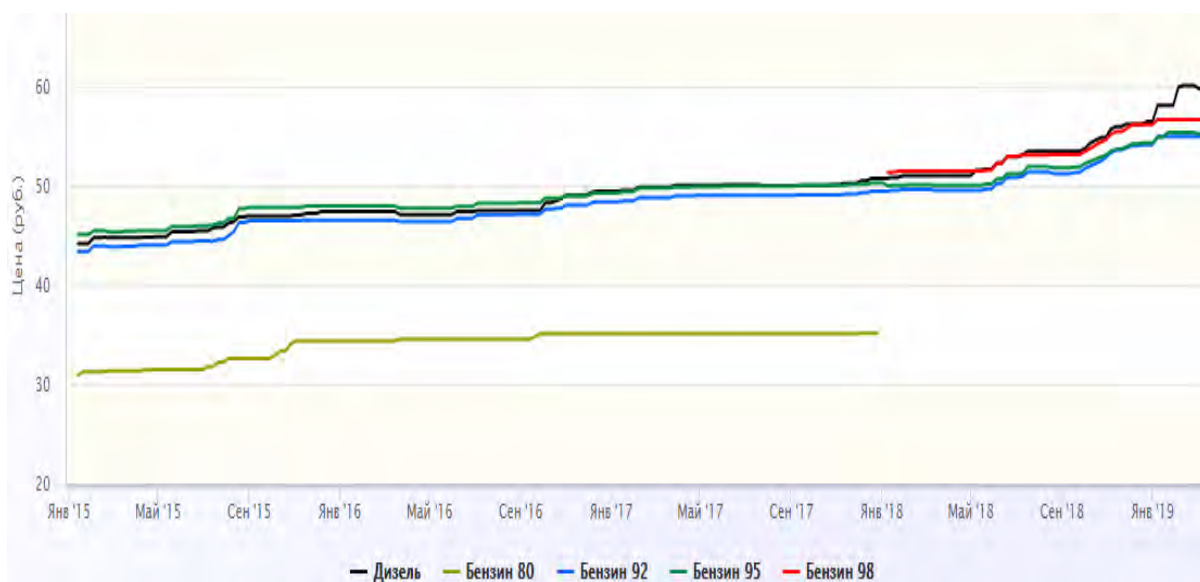


Рис.2 Динамика роста цен на топливо

Дизельный двигатель сам по себе очень экономичный двигатель. Оснащение его системой впрыска воды увеличивает его экономичность, и не только, примерно в 1,5 раза. Крайне протяженные дороги Якутии, и тем самым, удаленная точка заправки являются значительной проблемой для водителей, которая значительно решится с установкой двигателя с данной системой[4].

Самым перспективным вариантом будет использование системы впрыска воды в стационарные дизельные электростанции. Такое использование позволит станциям экономить горючее, так как они не подвержены динамической нагрузке. Количество дизельных электростанций в РС(Я) насчитывается 136 штук. Суммарная установочная мощность ДЭС составляет 189,9 МВт. Так как в среднем 200 грамм дизеля расходуется на 1 кВт, то следует предположить, что вся ДЭС республики тратит в час 37,980 кг или в округлении 38 тонн дизельного топлива в час. Так как ДЭС стационарное, то эффект экономии топлива будет намного ярко выражен, и будет превышать показатель 4% и составит около 6-8%. Из этого выходит, что при установке системы впрыска воды дизельные электростанции будут экономить в час около 2658 кг или 2,5 тонны дизельного топлива в час. Этот показатель будет справедлив в пиковые нагрузки электросетей, так как дизельные электростанции обычно работают в пиковом показателе нагрузки на электросети[5].

Заключение

Рассматривая тенденцию роста цен на топливо и характер дорог РС(Я) можно предположить, что система впрыска воды как не стать самое нужное для Республики. Повышении цен на топливо заставляет повышать цены на различные рода товары и услуги, требующих транспортировки на дальние расстояния. Это в скором времени найти альтернативный путь. Решением данной проблемы может быть система впрыска воды в дизельный двигатель.

Список литературы:

1. <https://www.drive2.ru/b/1874684/> - «drive2.ru»;
2. <http://enginepower.pro/blogi/74-vprysk-vody-v-dizel.html> - «enginepower»;
3. <https://fuelprices.ru/dfo/yakutsk> - «fuelprices.ru»;
4. <http://ysia.ru/sostoyanie-dorog-v-yakutii-stalo-pobochnoj-prichinoj-360-avarij/> - «ysia.ru»;
5. <http://www.combienergy.ru/stat/1070-Malaya-energetika-v-Respublike-Saha-Yakutiya> - «ТриГенерация».

Техническое обслуживание частотно-регулируемого привода (ЧРП) НПС-17

*Стручкова А.П., студент,
Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,
г. Нерюнгри
E-mail: struchkova.nasty@gmail.com*

*Научный руководитель:
канд. технических наук, доцент Шабо К.Я.*

Насосная Станция НПС-17, ВЕЛЕССТРОЙ выступал генеральным подрядчиком при строительстве НПС-17, расположенной недалеко от города Алдан и являющейся частью нефтепроводной инфраструктуры "ВСТО". Это был первый случай, когда

специалисты компании столкнулись с таким суровым климатом. Работы осложнялись крайне низкими температурами, до -45С, но в отличие от Олекминска, в этом случае рядом со стройплощадкой находились автомобильные и железные дороги, что значительно облегчило процедуру поставок. Специалисты Велесстроя провели комплекс строительных работ: строительство главного насосного здания и бытового объекта, котельной, резервуара для накопления утечек нефти, диспетчерского пункта, резервуара объемом 5 м³, а также ввели в эксплуатацию блоки автоматизации, системы пожаротушения и сеть линий и технологических трубопроводов.

Значимость темы аргументирована тем, что для успешной работы электрооборудования, следует совершать конкретные мероприятия и заботы о ней, если электрическое оборудование без надлежащего надзора выйдет из строя, то это повлечёт за собой аварии и даже прекращение работы всей станции. И в частности, необходимо гарантировать ей систематическое и полное техническое обслуживание, этот подход считается одним из первостепеннейших приоритетов о заботе оборудовании и продления срока его эксплуатации.

Целью этой работы считается предоставление работы оборудования в технически рабочем состоянии, в соответствии с условиями завода изготовителя.

Объектом этой работы является ЧРП ACS 6000.

Предметом этой работы считается исследование технического обслуживания частотно-регулируемого привода (ЧРП) НПС-17.

В техобслуживании НПС-17 находятся: ЧРП ACS 6000 – 4 шт. (зав. №№ 359, 365, 366, 367), электродвигатели МНА – 4 шт. (зав. №№ 8267681, 8267682, 8267683, 8267684), трансформаторы ЧРП (тип KTRU 12NM) - 8 шт.

Привод АВВ типа ACS 6000 среднего напряжения предназначен для регулирования скорости и момента электродвигателя мощностью от 3 до 27 МВт, который относится к модульным приводам, сконструирован для применения с использованием одного или нескольких двигателей, требовательные к безотказной работе. С момента создания ACS 6000 получил отличную репутацию за высокое качество и надежность.

Структура ЧРП:

ACS 6000 - преобразователь среднего напряжения, высокоэффективный с цифровым управлением и так называемым инвертором напряжения. Управление двигателем устроено на принципе изменения частоты и напряжения питания.

В приводе переменного тока используются силовые полупроводники для переключения мощности.

Каждый ACS 6000 включает в себя:

- Общая шина звена постоянного тока для многодвигательного управления и для повторного использования энергии.
- Источник сетевого электропитания, содержит диодный выпрямитель с постоянным коэффициентом мощности 0,95 и заземляющий разъединитель.
- Блок инвертора, для изменения напряжения постоянного тока в трехфазное напряжение переменного тока.
- Секцию батареи конденсаторов, которая создает промежуточную цепь постоянного тока, используют для сглаживания пульсации постоянного тока и для

создания источника напряжения с небольшим комплексным сопротивлением для блока инвертора.

- Блок управления. Ключевое назначение: функции контроля и защиты привода, контроль состояния всех частей привода, обмен данными с ПЛК LSA на уровне процесса преобразователя частоты, таких как защита трансформаторов и главный автомат защиты.

- Устройство водяного охлаждения, остужает полупроводниковые компоненты источника сетевого электропитания и блока инвертора. Охлаждающая среда –это вода которая имеет низкую проводимость, что циркулирует во внутреннем контуре преобразователя.

- Возбудитель, гарантирует систему возбуждения магнитного поля двигателя. Трехфазный контроллер мощности переменного тока подает питание на трехфазный возбудитель. Возбудитель с вращающимся выпрямителем в роторе производит постоянный ток, для формирования магнитного поля, требуемого для бесщеточного синхронного двигателя.

- Модульная конструкция для оптимальной конфигурации.

Один из четырех ЧРП, на любой станции, включает в себя систему интеллектуальной диагностики и длительного хранения данных DriveMonitor.

Задача частотно-регулируемого привода.

ЧРП нужен для:

- Экономии электроэнергии (приблизительно на 30-65%).
- Плавного пуска асинхронного электродвигателя.
- Обеспечение стабильного давления в трубопроводе в режиме переменных нагрузок.
- Управление работой магистрального насосного агрегата.
- Исключения динамических воздействий и гидравлических ударов.
- Уменьшение эксплуатационных затрат, связанных с обслуживанием агрегата.
- Сокращение до минимума дополнительного гидравлического сопротивления за счет исключения дроссельного регулирования ЧРП, которая позволяет поддерживать необходимое заданное давление в трубопроводе при изменении расхода перекачиваемого продукта, за счет вращения электродвигателя насоса.

Список услуг согласно требованиям технического обслуживания ЧРП:

Контроль над проведением технического обслуживания и ремонта оборудования осуществляется персоналом ООО «Транснефть-Восток», в согласовании с требованиями инструкции на все время действия договора на НПС-17, в том числе:

- Поиск и предотвращение неполадок, образующиеся в процессе работы.
- Исследование характеристик, сигналов, аварийных происшествий ЧРП на базе файлов, полученных из системы интеллектуальной диагностики DriveMonitor
- Расшифровка данных регистратора аварийных событий, выполнение диагностики неисправностей.
- Осуществление технического обслуживания, ремонта электрических элементов оборудования ЧРП и электродвигателей МНА в аварийных ситуациях.
- Надзор технического обслуживания и ремонта оборудования в согласии с требованиями, рекомендациями завода изготовителя и нормативными документами.
- Надзор проведения технической документации по техобслуживанию

оборудования персоналом Заказчика.

- Обеспечение спецматериалом, и их применение, при проведении работ согласно техническому обслуживанию оборудования.

Дополнительные условия:

1. Число сервисных экспертов по техническому обслуживанию объекта на НПС-17 - 1 человек.

2. Осуществление работ должно производиться экспертом, обладающим сертификатом по обучению курса «Преобразователь частоты ACS 6000» в институте АВВ Швейцария, и обладающий опытом наладки и сервисного обслуживания данных преобразователей.

3. Эксперт должен иметь необходимый специализированный инструмент для производства работ.

4. Эксперт обязан иметь специализированное программное обеспечение по расчету гармонического состава напряжений и токов, и выбора вариантов настройки INU.

Работа необходима, быть исполнена в соответствии с требованиями следующих нормативных и методических документов:

РД-27.010.00-КТН-061-10 «Положение о системе технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования магистральных нефтепроводов трубопроводной системы ВСТО»;

РД 34.45-51.300-97 Объемы и нормы испытаний электрооборудования. 6-е издание с изменениями и дополнениями.

Правила устройства электроустановок, 7-е издание, 2003 г;

Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. 2003 г;

Правила об охране труда при эксплуатации электроустановок. (Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ №328н. от 24.07.2013г. «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»)

Техническое описание и инструкции по эксплуатации оборудования.

Список литературы:

1. Техническое обслуживание частотно-регулируемого привода (ЧРП) [Электронный ресурс]. URL: <http://rykovodstvo.ru/exspl/23873/index.html> – (3.03.2019)

2. Техническая документация по ЧРП ACS 6000.

3. ООО «Транснефть – Восток» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vostok.transneft.ru/>, свободный – (3.03.2019)

Реконструкция ЗРУ ПС с применением микропроцессорных защит

*Туприн Н.Ю., студент,
Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,
г.Нерюнгри
E-mail:tuprinnikolay1997@mail.ru*

*Научный руководитель:
канд. технических наук, доцент Шабо К.Я.*

Цель статьи заключается в модернизации релейной защиты закрытых распределительных устройств на подстанциях с применением микропроцессорных защит.

Коротко об объекте исследования.

Закрытое распределительное устройство (ЗРУ) – это устройство, предназначенное для приема передачи и распределения электрической энергии трехфазного тока (типичный класс напряжения 35...100 кВ).

Актуальность данной работы заключается в преимуществе микропроцессорных устройств релейной защиты над устройствами на электромеханической базе. Преимущество заключается в отказе от электромеханических реле, обладающих значительными габаритами, что позволит более компактно размещать оборудование на панелях РЗА, быстродействие, селективность, высокая чувствительность, многофункциональность, удобство обслуживания, при этом управление посредством сенсорных кнопок и дисплея стало более наглядным и удобным. Так же кроме основных функций микропроцессорные устройства релейной защиты (МУРЗ) имеют ряд дополнительных:

- Регистрация процессов аварийного состояния.
- Опережение отключения синхронных потребителей при нарушениях устойчивости системы.
- Способность к дальнейшему резервированию.

Реализация таких возможностей на электромеханических защитах ЭМЗ и аналоговых устройствах невозможна.

В последние годы МУРЗ пользуются все большей популярностью (рис. 1), чего нельзя сказать о механических реле.

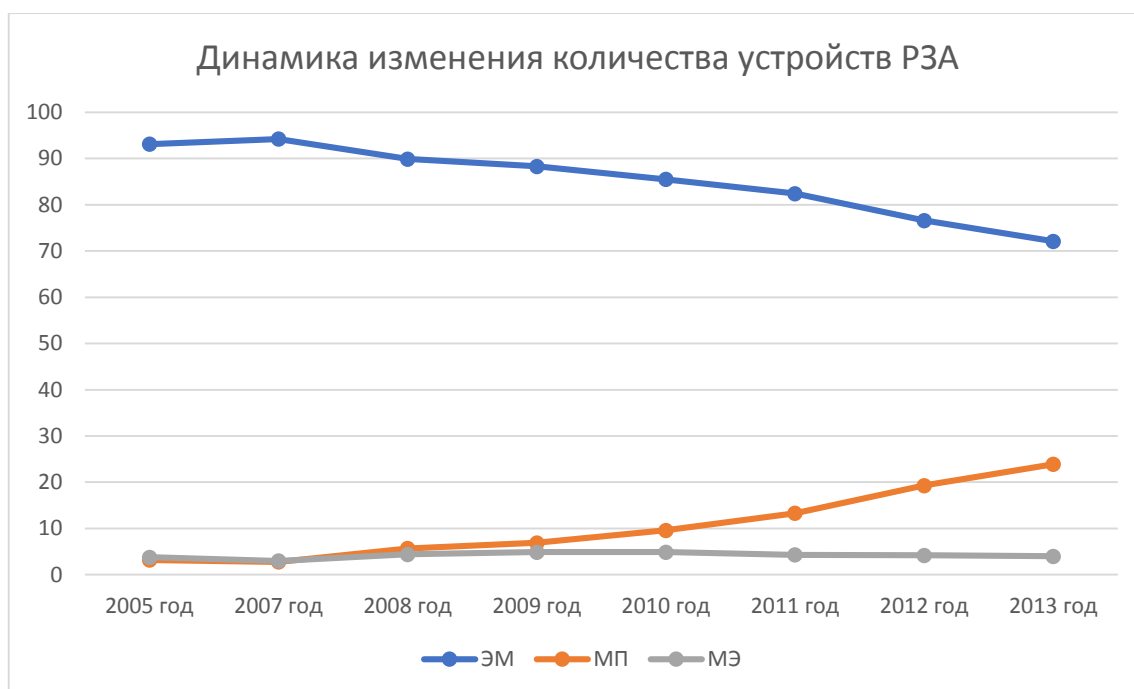


Рис. 1 Динамика изменения количества устройств РЗА

Основные задачи для достижения цели:

1. Производство анализа объекта требующего модернизации:
 - сбор информации об основном оборудовании на подстанции (например, силового трансформатора, ОРУ, ЗРУ.);
 - сбор информации об релейной защите (защита воздушных линий, защита силового трансформатора).
2. Исследование суточного графика нагрузки силового трансформатора:
 - исследование суточного графика нагрузки дает нам возможность выбора мощности нового трансформатора для замены устаревшего.
3. Расчет токов короткого замыкания для трансформатора:

Расчет токов КЗ производится для:

 - определения условий работы потребителей в аварийных режимах;
 - выбор аппаратов и проводников и их проверки по условиям электродинамической и термической стойкости;

в) Проектирования и настройки устройств РЗА
4. Выбор микропроцессорного устройства релейной защиты и расчёт уставок.

Для примера наибольшей популярностью пользуются производители компании «Siemens» (рис.2).

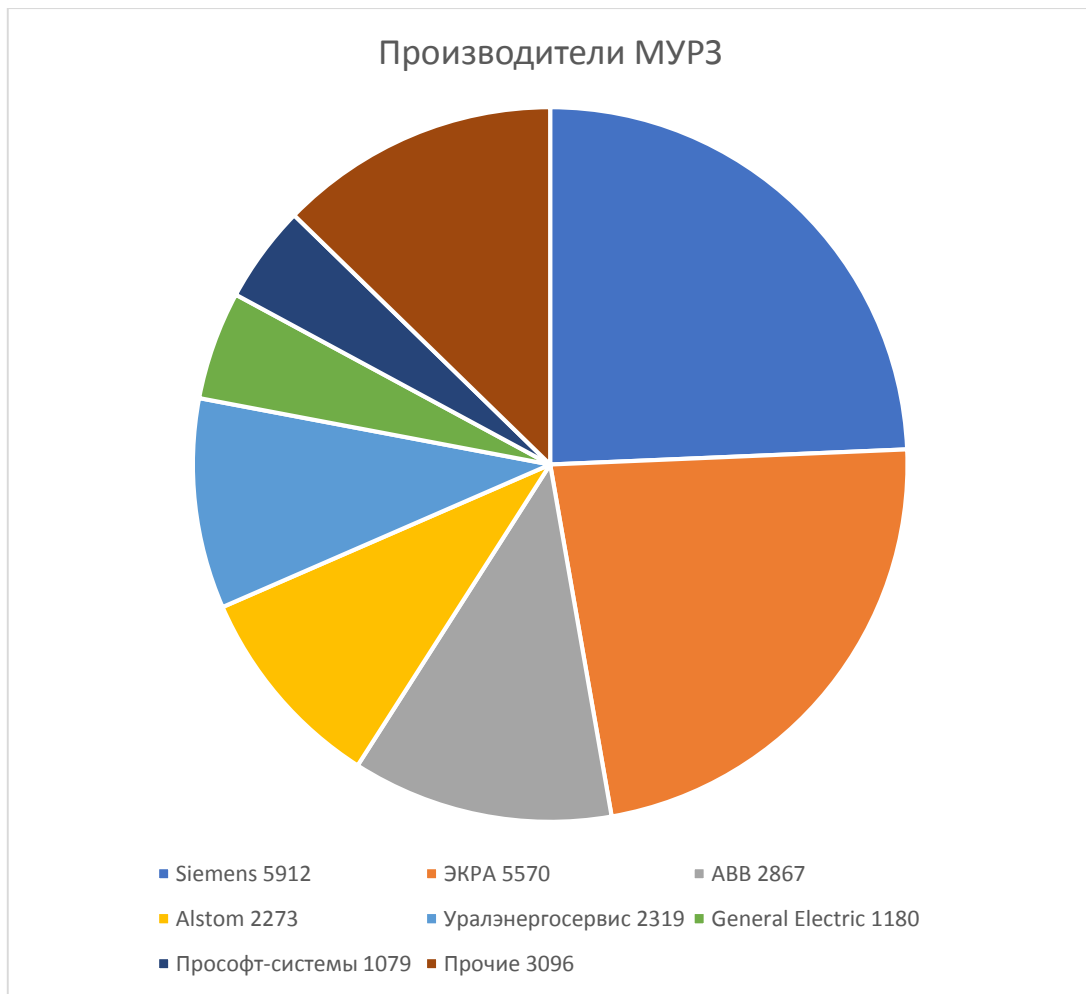


Рис. 2 Распределение установленных микропроцессорных терминалов в РЗА по производителям

Список литературы:

1. Гуревич В.И. Уязвимости микропроцессорных реле защиты: проблемы и решения. – М.: Инфра-Инженерия, 2016. – 256 с.
2. Интернет ресурс: Итоги эксплуатации микропроцессорных устройств устройств РЗА в ЕНЭС <https://studylib.ru/doc/5006504/itogi-e-kspluatacii-mikroprocessornyh-ustrojstv-rza-v-ene-s>.
3. Интернет ресурс: <http://www.gvozdem.ru/spravochnik-materialov/z/zakrytoe-raspreditelnoe-ustroystvo-zru.php>.

Модернизация оборудования РУ 6 кВ 0,4 кВ с целью уменьшения реактивной мощности

*Черников С.А., студент
Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,
г. Нерюнгри
E-mail: cerejkatengu@mail.ru*

*научный руководитель:
к.ф-м.н., доцент Мусакаев М.А.*

Целью данной работы является улучшение системы оборудования распределительных устройств, компенсируя реактивную мощность.

Актуальность представленной работы обоснована тем, что компенсация реактивной мощности необходима для сокращения расхода электроэнергии на предприятии, снижения нагрузки на кабельные сети и трансформаторы, чтобы продлить срок работы оборудования.

Предметом изучения данной работы являются компенсаторы реактивной мощности.

Реактивной мощностью называется часть полной мощности, которая затрачивается на электромагнитные процессы в нагрузке, имеющей емкостные и индуктивные элементы. Реактивная мощность не может выполнять полезную работу, а приводит к дополнительному нагреву проводников и необходимо использовать источник энергии большей мощности.

Для поддержания качества электроэнергии, уменьшения потерь электроэнергии и повышения пропускной способности необходимо устанавливать статические компенсирующие устройства, такие как:

- тиристорно-реакторные группы;
- конденсаторные установки;
- компенсирующие (с применением фильтров) устройства;
- статические тиристорные компенсаторы на основе силовой электроники.

В своей работе, для снижения реактивной мощности, были выбраны конденсаторные установки, которые являются электроустановками, состоящими из конденсаторов и относящегося к ним вспомогательного электрооборудования (регулятора реактивной мощности, контакторов, предохранителей и т. д.).

В зависимости от того, как подключены конденсаторной установки, существуют такие виды компенсации, как:

- групповая;
- индивидуальная;
- централизованная.

Нами был выбран распространенный способ компенсации реактивной мощности – групповая компенсация.

Классифицируя компенсацию реактивной мощности в зависимости от требований к характеристикам оборудования и трудности управления, мы имеем следующие типы:

- нерегулируемая компенсация – компенсация с помощью подключения конденсаторной батареи фиксированной емкости;
- автоматическая компенсация – компенсация за счет включения различного количества ступеней регулирования для подачи необходимой реактивной энергии;
- динамическая компенсация – для компенсации быстро изменяющихся нагрузок.

Среди рассмотренных типов компенсации более подходящим является автоматическая компенсация. Этот тип компенсации предполагает автоматическое поддержание заданного коэффициента мощности, используя регулирование количества вырабатываемой реактивной энергии, соответствующей изменениям нагрузки. Установку оборудования подключают к местам электроустановки, где изменения активной и реактивной мощности относительно большие (к сборным шинам главного распределительного щита, к зажимам кабеля, питающего мощную нагрузку). Управление установкой, в основном, производится электронным устройством (контроллером реактивной мощности), которое отслеживает действительный коэффициент мощности и выдает команды на подключение или отключение конденсаторов для получения заданного коэффициента. Из этого следует, что реактивная энергия регулируется ступенчато. Помимо этого, регулятор реактивной мощности выдает информацию о характеристиках электросети (амплитуда напряжения, уровень искажений, коэффициент мощности, фактическая активная и реактивная мощность) и состоянии оборудования. В случае неисправности системы поступают аварийные сигналы. Подключение в основном производится контакторами. Для быстрой и частой коммутации конденсаторов, при компенсации сильно изменяющихся нагрузок, необходимо применять полупроводниковые ключи.

В результате анализа способов модернизации оборудования распределительных устройств, путем снижения реактивной мощности, был определен способ компенсации реактивной мощности с помощью конденсаторной установки. Используя данный вид компенсации можно добиться уменьшения загрузки силовых трансформаторов, обеспечения питания нагрузки по кабелю с меньшим сечением (не допуская перегрева изоляции), автоматического отслеживания изменения реактивной мощности нагрузки в компенсируемой сети и, в соответствии с заданным, корректирования значения коэффициента мощности, а также исключения появления в сети перенапряжения, потому как нет перекомпенсации, возможной при применении нерегулируемых конденсаторных установок.

Список литературы:

1. Константинов Б. А. Зайцев Г. З. Компенсация реактивной мощности. Л., "Энергия", 1990. - 104 с.
2. Ильяшов В.П. Автоматическое регулирование мощности конденсаторных установок. 1978г. - 105 с.
3. Ермилов А.А. Основы электроснабжения промышленных предприятий. М., «Энергия», 1971. - 304 с.

Трехмерный аналог формул Колосова-Мусхелишвили для бесконечного пространства с полостью

*Яковлев А.М., аспирант 1 года обучения,
Северо-Восточный федеральный университет им М.К. Аммосова,
г. Якутск
E-mail: andrewyakovlev1994@gmail.com*

*Научный руководитель:
д.ф-м.н., профессор, Григорьев Ю.М.*

Методы теории функций комплексной переменной широко и эффективно используются в решении задач теории упругости на плоскости. В задачах на плоскости одним из главных методов является представление общего решения уравнений равновесия упругого тела через две произвольные аналитические функции, называемыми формулами Колосова-Мусхелишвили. [1]

Как обобщение метода комплексных функций в многомерных задачах разработаны методы, основанные на теории гиперкомплексных функций. Для трехмерных задач математической физики такой метод представлен в рамках теории регулярных кватернионных функций от неполной кватернионной переменной системой [2-4]. Область Ω^* - называется звездной относительно начала координат O , если отрезок, соединяющий любую точку области Ω^* с точкой O , целиком принадлежит этой области. Далее всюду дополнение области Ω^* будем обозначать Ω , т. е. $\Omega = R^3 \setminus \overline{\Omega^*}$. Таким образом, Ω – это трехмерное пространство с полостью в виде звездной области.

Введем оператор J^α следующим образом:

$$J^\alpha f = J^\alpha f(\mathbf{r}) = - \int_1^\infty t^\alpha f(\mathbf{r}t) dt,$$

т.е. это оператор интегрирования по направлению радиус-вектора, от точки наблюдения до бесконечности, и действует на функции, определенные в трехмерном пространстве с полостью, в виде звездной области. Уравнение упругого равновесия или уравнение Ламе имеет вид:

$$L\mathbf{u} = (\lambda + 2\mu)\nabla(\nabla \cdot \mathbf{u}) - \mu\nabla \times (\nabla \times \mathbf{u}) = 0$$

Если мы введем следующие обозначения:

$$\nabla \cdot \mathbf{u} = \frac{1}{(\lambda + 2\mu)} \mathbf{f}_0, \quad \nabla \times \mathbf{u} = -\frac{1}{\mu} \mathbf{f},$$

то уравнение Ламе представляет собой систему Моисила-Теодореску (СМТ):

$$\nabla \cdot \mathbf{f} = \mathbf{0}, \quad \nabla f_0 + \nabla \times \mathbf{f} = \mathbf{0}.$$

СМТ является трехмерным обобщением системы Коши-Римана, а ее решения представляют собой регулярные кватернионные функции неполной кватернионной переменной [2-4].

Напомним основные понятия о кватернионных функциях. Пусть i, j, k – кватернионные единицы со следующими свойствами умножения:

$$i^2 = j^2 = k^2 = -1, \quad ij = -ji = k, \quad jk = -kj = i, \quad ki = -ik = j.$$

Элемент алгебры кватернионов H можно определить как:

$$q = q_0 + iq_x + jq_y + kq_z = q_0 + \mathbf{q},$$

где q_0, q_x, q_y, q_z – вещественные числа, q_0 называют скалярной частью кватерниона, $\mathbf{q}, \mathbf{q} = iq_x + jq_y + kq_z$ – векторная часть кватерниона q .

Пусть x, y, z – координаты в евклидовом пространстве \mathbb{R}^3 . Тогда функция f неполной кватернионной переменной $\mathbf{r} = ix + jy + kz \in \mathbb{R}^3$ является отображением: $f: \Omega \rightarrow H$, так что,

$$f(\mathbf{r}) = f_0(\mathbf{r}) + \mathbf{f}(\mathbf{r}) = f_0(x, y, z) + if_x(x, y, z) + jf_y(x, y, z) + kf_z(x, y, z).$$

Функции f_0, f_x, f_y, f_z – вещественные и определены в Ω . Дифференциальный оператор $\nabla = i\partial_x + j\partial_y + k\partial_z$ – называется обобщенным оператором Коши-Римана. Функция f – называется регулярной в Ω если: $\nabla f = 0$. Условие регулярности в векторных обозначениях имеет вид:

$$\nabla f(\mathbf{r}) = -\nabla \cdot \mathbf{f}(\mathbf{r}) + \nabla f_0(\mathbf{r}) + \nabla \times \mathbf{f}(\mathbf{r}) = 0,$$

где $f_0, \nabla \cdot \mathbf{f}, \nabla \times \mathbf{f}$ классические градиент, дивергенция и ротор, соответственно.

Известны различные варианты трехмерных формул Колосова-Мухелишвили в звездных областях [5-6]. В данной работе, с помощью введенного оператора J^α , представлены такие формулы для бесконечного пространства с полостью в виде звездной области.

Справедлива следующая основная теорема.

Общее решение уравнения Ламе в Ω , выражается через две произвольные регулярные кватернионные функции f и ∇g_0 имеет вид:

$$\mathbf{u}(\mathbf{r}) = \frac{\mathbf{r}}{\mu} \times J^1 \mathbf{f} + \nabla \left\{ r^2 \left[\frac{3\lambda+7\mu}{4\mu(\lambda+2\mu)} J^{\frac{1}{2}} - \frac{1}{\mu} J^1 \right] f_0 \right\} + \nabla g_0, \quad (1)$$

причем $f = (\lambda + 2\mu)\nabla \cdot \mathbf{u} - \mu\nabla \times \mathbf{u}$.

Доказательство. Пусть \mathbf{u} – некоторое решение уравнения Ламе в Ω . Покажем, что найдутся регулярные функции $f, \nabla g_0$ такие, что \mathbf{u} выражается в виде (1), причем $f = (\lambda + 2\mu)\nabla \cdot \mathbf{u} - \mu\nabla \times \mathbf{u}$. Действительно, положим

$$f_0 = (\lambda + 2\mu)\nabla \cdot \mathbf{u}, \quad \mathbf{f} = -\mu\nabla \times \mathbf{u}, \quad (2)$$

в этом случае, как отмечено выше функция f – регулярна в Ω . Аналогично [6], решая систему (2) относительно \mathbf{u} с использованием свойств оператора J^α можно получить следующую формулу:

$$\mathbf{u}(r) = \frac{\mathbf{r}}{\mu} \times J^1 \mathbf{f} + \nabla \left[-\frac{r^2}{4} J^{1/2} \left(\frac{1}{\lambda + 2\mu} f_0 + \frac{r}{\mu} \cdot J^2 \nabla \times f \right) \right] + \nabla g_0,$$

где g_0 – произвольная гармоническая функция в Ω , так что ее градиент ∇g_0 является регулярной кватернионной функцией. Преобразуя эту формулу, с учетом регулярности функции f , и используя свойства оператора J^α , получим формулу (1).

Обратно, пусть \mathbf{u} определяется по (1), где $f, \nabla g_0$ произвольные регулярные функции. Тогда прямым дифференцированием мы убедимся, что \mathbf{u} удовлетворяет уравнению Ламе. Теорема доказана.

Таким образом, в данной работе получено общее решение уравнения равновесия теории упругости в трехмерном пространстве, выраженное через две произвольные регулярные кватернионные функции. Можно показать, что эта формула (1) в случае плоской деформации преобразуется в обычные формулы Колосова-Мусхелишвили. Следовательно, формулу (1) можно назвать трехмерным аналогом формул Колосова-Мусхелишвили.

Список литературы:

1. Мусхелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости.– М.: Наука, 1966.– 708 с.
2. Наумов В.В., Григорьев Ю.М. Ряд Лорана для системы Моисила–Теодореску // Динамика сплошной среды.– Новосибирск, 1982.– Вып. 54.– С. 115-126.
3. Григорьев Ю.М., Наумов В.В. Аппроксимационные теоремы для системы Моисила–Теодореску // Сибирский математический журнал.– 1984.– Том 25, N 5.– С. 9-19.
4. Y.M. Grigor'ev, Regular quaternionic polynomials and their properties. Complex Variables and Elliptic Equations, 62, No 9, 1343-1363 (2017).
5. Григорьев Ю.М. Решение одной задачи для упругого шара в замкнутой форме // Динамика сплошной среды.– Новосибирск, 1985.– Вып. 71.– С. 50–54.
6. Yu. Grigor'ev, Three-dimensional Quaternionic Analogue of the Kolosov-Muskhelishvili Formulae. Hyper-complex Analysis: New perspectives and applications, Trends in Mathematics (Eds. S. Bernstein, U. Kahler, I. Sabadini, F. Sommen), Birkhauser, Basel (2014), 145-166.
7. Yu. Grigor'ev, Three-dimensional Analogue of Kolosov-Muskhelishvili Formulae. In: Bernstein S., Kahler U., Sabadini I., Sommen F. (eds) Modern Trends in Hypercomplex Analysis. Trends in Mathematics. Birkhauser, Cham (2016), 203-215.

Секция 3. Науки о Земле (горное дело, геология, рациональное природопользование, охрана окружающей среды, инженерная экология, геоэкология, биологические и химические науки, экология)

Ртуть в природных средах г. Усть-Каменогорска

*Бирулина А.Г., студент,
Томский политехнический университет,
г.Томск
E-mail: agbirulina@yandex.ru*

*Научный руководитель:
к.г.-м.н. Ялалтдинова А.Р.*

Город Усть-Каменогорск, расположенный в Восточно-Казахстанской области, характеризуется повышенной техногенной нагрузкой, связанной с концентрацией промышленных предприятий, основной деятельностью которых является выплавка металлов. Так, например, свинцово-цинковый комбинат «Казцинк» занимается выплавкой цинка, свинца, меди, также в его составе функционирует аффинажное производство. Необходимо отметить, что также выпускаются ртуть, селен, индий, теллур, таллий и сурьмянистый концентрат в небольших количествах [10].

Ртуть - один из тяжелых металлов, который встречается в окружающей среде и может принимать различные формы соединений, оказывающих токсическое воздействие. Некоторые из них летучи и легко мигрируют в атмосферном воздухе, почвах, поверхностных и подземных водах. Провокаторами ртутного загрязнения являются горнодобывающие отрасли, теплоэлектростанции, работающие на угле, твердые бытовые отходы, автотранспорт. При антропогенном загрязнении территории высокими концентрациями ртути, она может содержаться в приземной атмосфере, почвенном воздухе, почвах, донных отложениях и растениях [12]. С целью определения концентраций ртути на территории города Усть-Каменогорска был проведен отбор проб листы тополя черного (*Populus nigra L.*) и почвы.

Растения способны поглощать тяжелые металлы в тканях или на их поверхности, являясь промежуточным звеном в пищевой цепи «почва-растение-животное-человек» [8]. Данный вид тополя характеризуется широкой географией произрастания (Центральная Азия, Сибирь, Европа и др.) и высокими сорбционными свойствами, в городах используется как защитное насаждение, поскольку легко улавливает пыле-дымо-газо-аэрозоли.

Тяжелые металлы способны аккумулироваться в почве из воздуха, поступать, а также в результате биологического круговорота веществ. Почва является долговременно депонирующей средой, которая способна разрушать и рассеивать токсические вещества [11]. Территория города представлена черноземными степями в биогенных ландшафтах суши, почвы - черноземы обыкновенные суглинистые и солонцеватые. Они имеют слабокислую и нейтральную реакцию (рН от 6,8 до 8,1), среднюю (в суглинистых разновидностях) и низкую (в супесчаном и песчаных разновидностях) величину емкости поглощения (15-22 мг·экв./100 г почвы); содержание гумуса составляет 3-6 % [4].

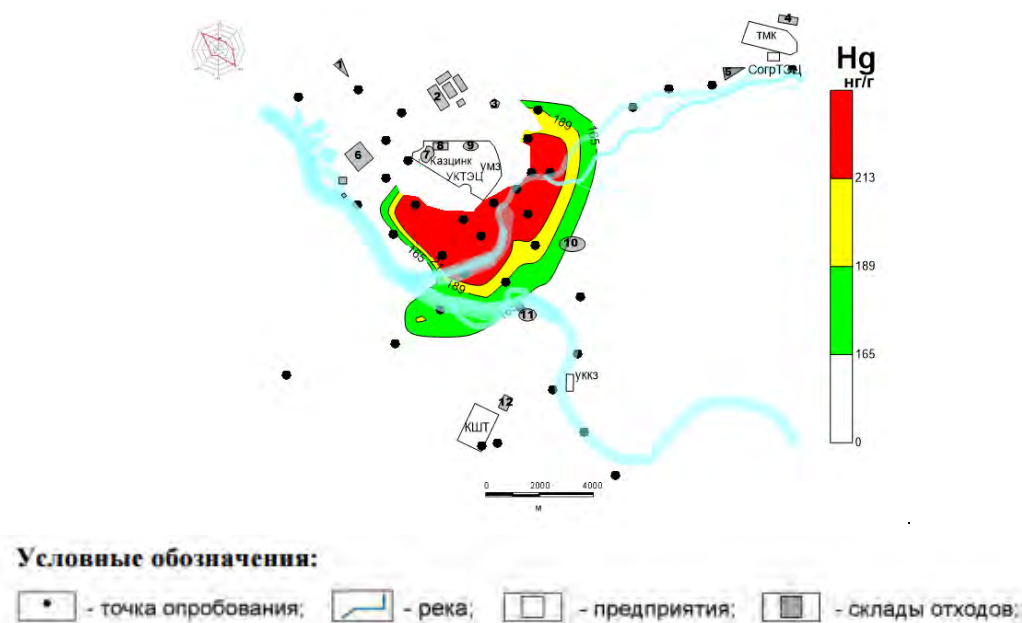
Пробы листьев и почв отбирались совмещенно в пространстве. При выборе мест отбора учитывались геологические особенности местности, преобладающее направление ветра (северо-западное, юго-восточное), близкое расположение предприятий. Всего было заложено 39 пробных площадок.

Отбор листы производился в конце августа 2011 г., после окончания вегетационного периода. Выбирались средневозрастные деревья, крона охватывалась максимально со всех сторон света. Листья выбирались одного среднего размера, на высоте 150-170 см. После отбора листья промывались дистиллированной водой, просушивались при комнатной температуре, измельчались вручную. Пробы почвы были отобраны в тот же год и проанализированы магистранткой каф. ГЭГХ ТПУ Петрова Л.А. под руководством доцента каф. ГЭГХ, к.х.н. Осиповой Н.А. [7]. Определение содержания ртути проводилось атомно-адсорбционным методом при помощи ртутного анализатора (РА-915+) с приставкой ПИРО-915+в лаборатории МИНОЦ «Урановая геология» Томского политехнического университета на кафедре геоэкологии и геохимии (зав.лаб. Осипова Н.А.).

При анализе почв градуировочный коэффициент устанавливался по стандартному образцу чернозема типичного «СЧТ-3» с содержанием ртути 415 ± 10 нг/г. Относительная погрешность измерений содержания составила 20-30%, в зависимости от содержания ртути в образце [7]. Градуировочный коэффициент для листы тополя черного (*Populus nigra L.*) устанавливался по стандарту «Лист березы ЛБ-1» с содержанием ртути 37 ± 6 нг/г. Относительная погрешность измерений не более 12%.

По результатам анализа были построены карты распределения ртути в природных средах на территории г. Усть-Каменогорска (рис. 1,2). Белым цветом выделены ореолы с содержанием ртути ниже среднего значения, зеленым – ореолы, от среднего содержания до среднего содержания +1,5 стандартные ошибки. Желтым - ореолы, соответствующие значениям от среднего + 1,5 стандартные ошибки, до среднего + 3 стандартные ошибки. Красным – среднее + 3 стандартные ошибки.

Наименьшая концентрация ртути в листьях тополя наблюдалась вне зоны воздействия промышленных предприятий и составила 56,5 нг/г, самая высокая концентрация ртути отмечалась вблизи северного промышленного узла (Свинцово – цинковый комбинат, Ульбинский металлургический завод, Усть – Каменогорская ТЭЦ) - 457,3 нг/г, что может быть связано с попутным производством ртутных концентратов. Среднее значение концентрации ртути в листьях на территории города = 165 нг/г.



1 – золоотвал №3 УК ТЭЦ; 2 – хвостохранилище АО «УМЗ»; 3 – пруд накопитель стоков УККЗ; 4 – полигон захоронения и шламонакопитель №3 АО «УК ТМК»; 5 – золоотвал №1 Согринской ТЭЦ; 6 – золоотвал №2 УК ТЭЦ; 7 – терриконы АО «Казцинк»; 8 – отвальное поле АО «Казцинк»; 9 – старое хвостохранилище АО «УМЗ»; 10 – городская свалка ТБО; 11 – бывший склад удобрений и ядохимикатов; 12 – пруд накопитель ливневых стоков КШТ

Рис.1 Карта-схема содержания ртути в листьях тополя черного (*Populus nigra L.*) г. Усть-Каменогорска, нг/г

Наименьшая концентрация ртути в почве наблюдалась в южном направлении от северного промышленного узла и составила 24,2 нг/г, самая высокая концентрация ртути отмечалась на северо-востоке северного промышленного узла 3717,4 нг/г. Среднее значение концентрации ртути в почве на территории города – 684,6 нг/г, что в 4 раза превышает среднее содержание в листьях. На рисунке 2 видно, что распределение содержания ртути на территории г. Усть-Каменогорска более неравномерное, высокое содержание отмечается вблизи промышленных площадок и отвалов предприятий. Такое распределение ртути может наблюдаться ввиду ее летучести.

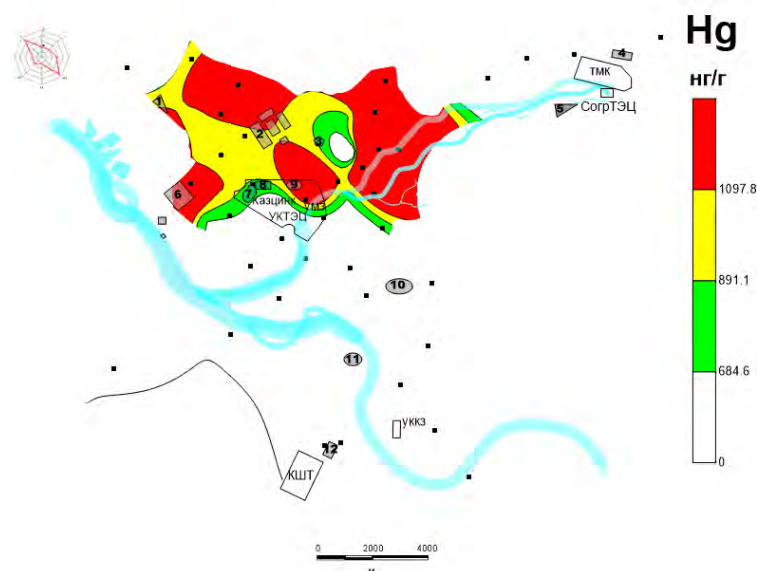


Рис.2 Карта-схема содержания ртути в почвах г. Усть-Каменогорска, нг/г
(условные обозначения см. на рис. 1)

Измеренные значения концентраций были сопоставлены с ПДК почвы - 2100 нг/г [3]. Превышение относительно ПДК_п в 1,7 раза наблюдается в точке с максимальным содержанием ртути 3700 нг/г и точке, расположенной рядом с юго-западной стороны, концентрация в которой составила 3400 нг/г, а превышение в 1,6 раза. Содержание ртути в почве на остальной территории города не превышает ПДК_п.

Химический состав растений зависит от почвы, на которой они произрастают, однако, они не повторяют в точности ее состав, ввиду избирательного поглощения необходимых для физиологических и биохимических процессов компонентов. Установить степень накопления элементов растениями можно при помощи коэффициента биологического поглощения (A_x), характеризующегося отношением содержания элемента в растении к его содержанию в почве места произрастания. По классификации А.И. Перельмана ртуть относится к элементам группы слабого накопления и среднего захвата, пределы ее захвата варьируются от $n \cdot 10^{(-1)}$ до $n \cdot 10^6$ [8]. На территории г. Усть-Каменогорск также был рассчитан A_x , который изменяется в пределах от 0,03 до 3,01. При условии A_x больше 1 предполагается переход ртути из почвы в растение. На территории города отмечается 11 таких точек. Четыре из них расположены вблизи свинцово-цинкового комбината - A_x изменяется от 1,03 до 2,24. В семи точках, расположенных за пределами влияния свинцово-цинкового комбината, на расстоянии более 10 км A_x изменяется от 1,13 до 3,01. В остальных точках A_x меньше 1, что говорит о слабом захвате элемента.

Таким образом, в ходе выполнения данной работы были измерены концентрации ртути в листьях тополя черного (*Populus nigra L.*), которые были сопоставлены с результатами измерений ртути в почвах на территории г. Усть-Каменогорска. Измеренные концентрации ртути в листьях изменяются от 56,5 нг/г до 457,3 нг/г, среднее значение - 165 нг/г. В почвенном слое концентрации варьируются от 24,2 нг/г до 3717,4 нг/г, среднее значение составляет - 684,6 нг/г. Максимальное содержание ртути и превышения ПДК_п в 1,7 и 1,4 раза отмечаются вблизи свинцово-цинкового комбината. По мере удаления от промышленной зоны концентрация ртути снижается.

Накопление ртути в листьях может быть обусловлено переходом ее из почвы в 11 точках территории города на расстоянии 0,8- 2 км для точек, расположенных вблизи свинцово-цинкового комбината и более 10 км – точки, расположенные близ комбината шелковых тканей и титано - магниевый комбината.

Список литературы:

1. Cape, J. N. Plants as accumulating biomonitors / J. N. Cape // Book of abstracts "Biomonitoring of air quality with plants, animals and humans", Antwerp, Belgium, November 12-14, 2012. – Belgium, 2012. – pp. 5–6.
2. Celik, A. Determining the heavy metal pollution in Denizli (Turkey) by using Robinio pseudo-acacia L. / A. Celik, A.A. Kartal, A. Akdogan, Y. Kaska // Environment International. – 2005. – Vol. 31. – I. 1. – pp. 105-112.
3. Гигиенический норматив ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.infosait.ru/norma_doc/46/46714/index.htm. (27.09.18)
4. Зайцев В.Ф., Галямова Г.К. Содержание и особенности распределения тяжелых металлов (Cu, Zn, Cd, Pb) в системе "почва – хвоя и листья древесных пород" на различных участках г. Усть-Каменогорска // Экология животных. – 2012. – №4. – С. 66-70.
5. Ильин, В. Б. Элементный химический состав растений / В. Б. Ильин. – Новосибирск: Наука, 1985. – 127 с.
6. Копылова, Л. В. Содержание тяжёлых металлов в почвах и растениях урбанизированных территорий (Восточное Забайкалье) / Л. В. Копылова, Е. А. Войтюк, О. А. Лескова, Е. П. Якимова; Забайкал. гос. ун-т. – Чита, 2013. – 154 с.
7. Рихванов Л.П., Осипова Н.А., Петрова Л.А. Геохимические особенности почв и почвогрунтов г. Усть-Каменогорска // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. – 2012. – №1 (18). – С.54-62.
8. Садовникова Л.К. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении: Учеб.пособие /Л.К. Садовникова, Д.С. Орлов, И.Н. Лозановская. 3-е изд., перераб. – М.: Высш.шк., 2006. – 334 с.
9. Саенко, Г. Н. Концентрационная функция живого вещества / Г. Н. Саенко // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии (Тр. Биогеохим. лаб., т. 23). – М.: Наука, 1999. – С. 38–47.
10. Свинцово-цинковый комбинат «Казцинк». [Электронный ресурс] URL: <http://www.kazzinc.com/ru> (Дата обращения: 21.09.18).
11. Семенов А.И., Кокшаров А.В., Погодин Ю.И. Содержание тяжелых металлов в почве Г. Челябинска // Медицина труда и экология человека – 2015. – №3. – С.177-184.
12. Фурсов В.З. Загрязнение компонентов среды Москвы ртутью и другими химическими элементами // Разведка и охрана недр. – 2012. – №7. – С.13-17.

Спутниковые методы оценки фенологических сроков бореальных лесов Восточной Сибири

Варламова Е.В.^{1,2}, мнс

*¹Институт космofизических исследований и аэрономии
им. Ю.Г. Шафера СО РАН,*

*²Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова,
г. Якутск*

E-mail: varlamova@ikfia.ysn.ru

Аннотация

В настоящей работе использован метод сглаживания временных рядов NDVI, известный как алгоритм BISE. Для оценки фенологических сроков выбран наиболее оптимальный для бореальных лесов пороговый метод «NDVI 0,3». Построены карты распределения фенологических сроков растительного покрова Восточной Сибири по данным спутников NOAA за 1982-2017 гг.

Ключевые слова: NOAA, NDVI, BISE, фенологические сроки, бореальные леса, Восточная Сибирь.

Введение

В настоящее время изучению состояния растительного покрова посвящен ряд исследований, показывающих, что вследствие потепления климата наблюдаются вариации динамики вегетационного индекса NDVI и сроков фенологических событий [1-3]. Фенологические сроки, такие как дата начала/окончания и длительности вегетационного сезона широко используются при решении задач дистанционного зондирования растительного покрова и востребованы в задачах агрометеорологии. На данный момент разработан ряд алгоритмов расчета фенологических сроков. В большинстве случаев они основаны на пороговых методах, например, когда в качестве дат начала и конца вегетационного сезона принимается момент достижения заданного значения вегетационного индекса [4] или минимально достаточной для роста растений температуры воздуха [5] и атмосферных осадков. Однако, существующие алгоритмы оценки фенологических параметров не универсальны, поскольку значения их пороговых критериев во многом зависят от типов растительности и климатогеографических условий их произрастания. Целью работы является апробация метода оценки фенологических сроков бореальных лесов Восточной Сибири по спутниковым данным.

Данные и методика

В работе использованы данные спутников NOAA (1982-2017 гг.) проекта LTDR v.4 (Long Term Data Record), представляющие собой набор ежедневных значений NDVI [6]. Для идентификации типов растительности была использована цифровая карта наземных экосистем Северной Евразии, разработанная в рамках проекта Global Land Cover 2000 [7]. Для фильтрации и сглаживания ряда ежедневных значений NDVI использована вторая интерпретация алгоритма BISE (Best Index Slope Extraction) [8].

Фенологические сроки (начало и конец вегетационного сезона) рассчитывались по пороговому критерию «NDVI 0,3» согласно методике, изложенной в работе [4].

Результаты и обсуждение

Методы предварительной обработки (фильтрация/сглаживание) временных рядов спутниковых данных позволяют минимизировать влияние возмущающих факторов (облачность, случайные помехи, аппаратурные шумы сенсора и пр.), что существенно повышает эффективность тематического анализа спутниковых данных в задачах мониторинга лесов. Наиболее часто используемыми методами сглаживания временных рядов NDVI являются метод максимальных композитных изображений MVC (Maximum Value Composite) [9] и метод BISE. Однако, согласно рекомендациям в [8] в задачах оценки фенологии северных лесов, характерных типовой однородностью, наиболее оптимальным представляется использование алгоритма BISE. На рис. 1. показан пример сглаживания временного ряда NDVI растительного покрова центральной части Якутии за 2017 г. при помощи алгоритма BISE (размер скользящего окна 40 дней). Из рис. 1 видно, что исходный ряд данных (+ NDVI) ожидаемо сильно «зашумлен». После фильтрации и сглаживания исходного ряда алгоритмом BISE график NDVI_{BISE} описывает характерный для хвойных лесов центральной Якутии сезонный ход – начало развития вегетации в начале мая, далее следует фаза развития/созревания (июнь-август) и завершение сезона вегетации (сентябрь-октябрь).

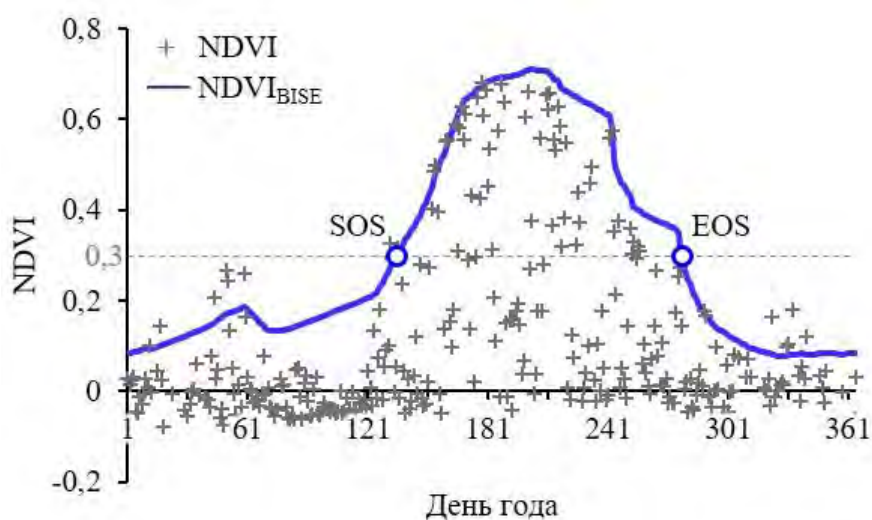


Рис. 1. График сезонного хода NDVI_{BISE} растительного покрова центральной части Якутии за 2017 г. после применения алгоритма BISE

Фенологические сроки – даты начала SOS (Start Of Season) и окончания EOS (End Of Season) вегетационного сезона рассчитывались методом «NDVI 0,3». Согласно данному методу SOS и EOS определялись по достижению порогового значения NDVI равному 0,3, пример которого также показан на рис.1. Метод «NDVI 0,3» по сравнению с другими методами, описанными в работах [10-11] наиболее оптимален для исследуемого региона.

Таким образом, на основе данных LTDR с использованием алгоритма BISE и метода «NDVI 0,3» были рассчитаны и построены ежегодные карты фенологических сроков SOS и EOS применительно к территории Восточной Сибири. На рис. 2а, б показаны среднемноголетние (1982-2017 гг.) карты SOS и EOS. Длительность LOS

(Length Of Season) сезона вегетации, рассчитанная как разница EOS и SOS за аналогичный период, показана на рис. 2в. Из рис. 2в видно, что LOS зависит от типа растительности и орографии местности (рис. 2г): на севере Восточной Сибири и Дальнего Востока в местах произрастания тундровой растительности и вдоль пояса горных хребтов длительность вегетационного сезона небольшая (~1-2 месяца); в центральной части Якутии, где произрастают хвойные листопадные леса, сезон вегетации составляет ~5-6 месяцев; на юго-западе, где основной тип растительности представлен хвойными вечнозелеными, лиственными и смешанными лесами – длительность вегетационного сезона максимальна (~7-8 месяцев).

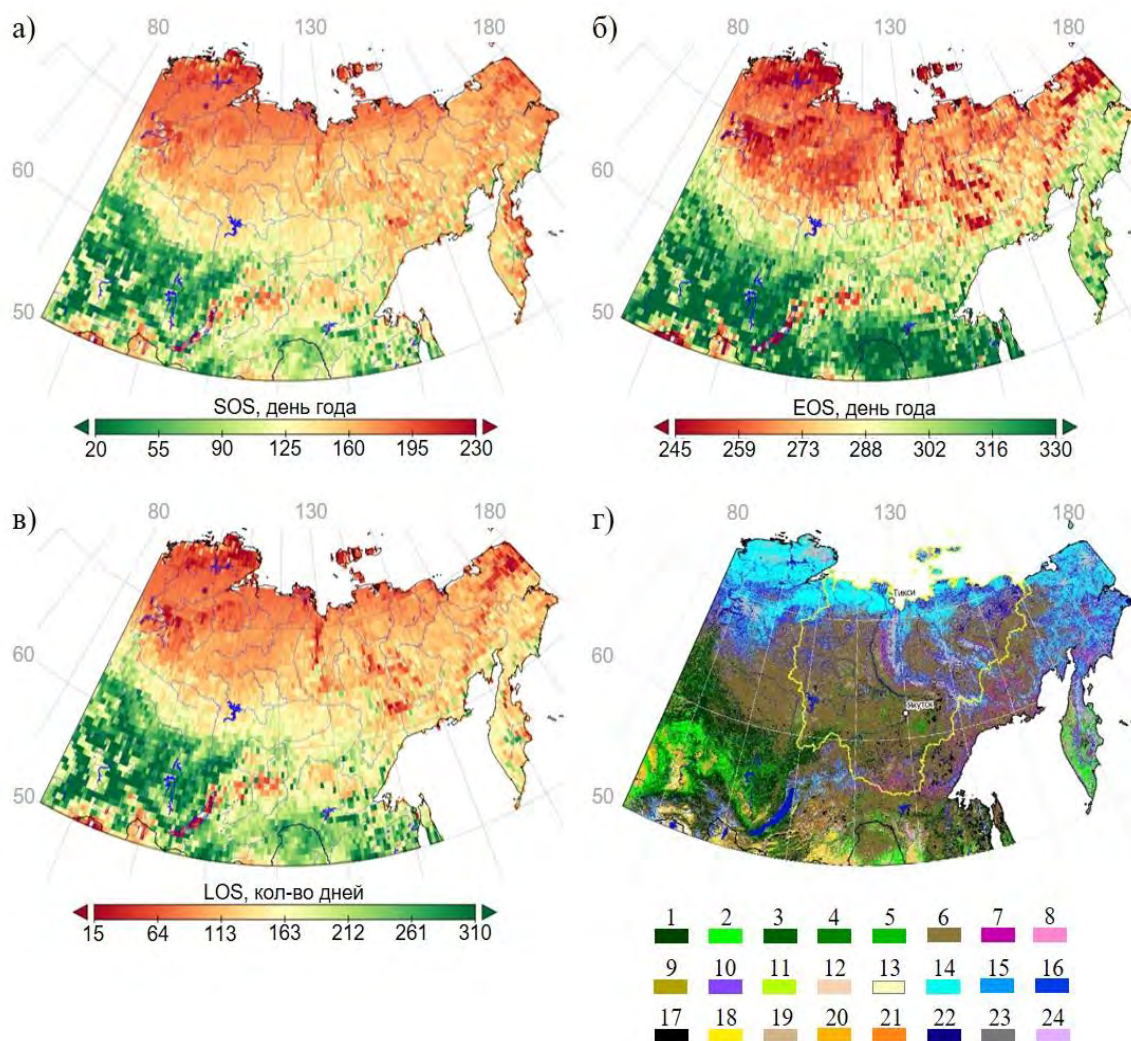


Рис. 2. Карты фенологических сроков: а) SOS, б) EOS, в) LOS усредненные за 1982-2017 гг. и г) карта наземных экосистем Северной Евразии: 1-5 леса хвойные вечнозеленые, лиственные, смешанные, 6 леса хвойные листопадные, 7-8 кустарники, 9-11 водно-болотные комплексы, 12-13 травянистая растительность, 14-16 тундра, 17-21 сельскохозяйственные земли в комплексе с лугами, 22-24 непокрытые растительностью земли.

Выводы

Использованные на примере хвойных лесов центральной Якутии методы BISE (фильтрация/сглаживание данных NDVI) и «NDVI 0,3» (расчет SOS, EOS, LOS) показали удовлетворительную применимость и репрезентативность по отношению к бореальным лесам Восточной Сибири.

Список литературы:

1. Varlamova E.V., Solovyev V.S. Spatio-temporal variations of vegetation indicators in Eastern Siberia under global warming // Proceedings of SPIE on 23rd International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. 2017. V. 10466. P. 1046660. (doi:10.1117/12.2287360)
2. Варламова Е.В., Соловьев В.С. Исследование трендов NDVI и фенологических параметров растительности мерзлотного региона Сибири по спутниковым наблюдениям // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. № 3. С. 206-214
3. Zhao J., Zhang H., Zhang Z., Guo X., Li X., Chen C. Spatial and Temporal Changes in Vegetation Phenology at Middle and High Latitudes of the Northern Hemisphere over the Past Three Decades // Remote Sensing. 2015. No. 7. P. 10973-10995
4. Michael A. White et al. Intercomparison, interpretation, and assessment of spring phenology in North America estimated from remote sensing for 1982–2006 // Global Change Biology. 2009. (doi:10.1111/j.1365-2486.2009.01910.x)
5. Frich P., Alexander L.V., Della-Marta P., Gleason B., Haylock M., Klein Tank A.M.G., Peterson T. Observed Coherent Changes in Climatic Extremes during the Second Half of the Twentieth Century // Climate Research. 2002. Vol. 19. No. 3. P. 193–212
6. Pedelty J., Devadiga S., Masuoka E., Brown M., Pinzon J., Tucker C., Vermote E., Prince S., Nagol J., Justice C., et al. Generating a long-term land data record from the AVHRR and MODIS instruments // In Proceedings of the IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Barcelona, Spain, 23–28 July 2007. P. 1021–1025
7. Bartalev S.A., Belward A.S., Erchov D.V., Isaev A.S. A new Spot4-vegetation derived land cover map of northern Eurasia // International Journal of Remote Sensing. 2003. Vol. 24. No. 9. P. 1977–1982
8. Viovy N., Arino O., Belward A.S. The Best Index Slope Extraction (BISE): A method for reducing noise in NDVI time-series // International Journal of Remote Sensing. 1992. Vol. 13. P. 1585–1590. (doi:10.1080/01431169208904212)
9. Holben B. N. Characteristics of Maximum Value Composite images from temporal AVHRR data // International Journal of Remote Sensing. 1986. Vol. 7. P. 1417-1434
10. Lanhui Wang, Rasmus Fensholt. Temporal Changes in Coupled Vegetation Phenology and Productivity are Biome-Specific in the Northern Hemisphere // Remote Sensing. 2017. Vol. 9. P. 1277. (doi:10.3390/rs9121277)
11. Jing-Jing Zhao & Liang-Yun Liu. Linking satellite-based spring phenology to temperate deciduous broadleaf forest photosynthesis activity // International Journal of Digital Earth. 2014. Vol. 7. No. 11. P. 881-896. (doi:10.1080/17538947.2013.786145)

Особенности тренда вегетационного индекса NDVI растительного покрова лесотундры Якутии

Варламова Е.В.^{1,2}, мнс

*¹Институт космofизических исследований и аэрономии
им. Ю.Г. Шафера СО РАН,*

*²Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова,
г. Якутск*

E-mail: varlamova@ikfia.ysn.ru

Аннотация

Проведены исследования особенностей трендов вегетационного индекса NDVI растительного покрова лесотундры Якутии по спутниковым данным (1982-2015 гг.). Карта распределения тренда сезонных (май-сентябрь) значений NDVI демонстрирует, что на севере Якутии наблюдается обширная область с наиболее высокими показателями (~10-15%) тренда NDVI. Анализ среднемесячных (с мая по сентябрь) вариаций NDVI лесотундры на севере Якутии показал, что существенный вклад в тренд сезонных NDVI вносит устойчивый рост (на ~26%) его майских значений за последние 12 лет (2004-2015 гг.). Вариации майских значений NDVI хорошо согласуются ($R=0,9$) с изменениями майской температуры воздуха, который также имеет устойчивую тенденцию роста (на ~6,1⁰C). Следует отметить отсутствие связи вариаций NDVI с осадками, что вероятно обусловлено невысоким их уровнем для исследуемой территории.

Ключевые слова. NOAA, GIMMS, NDVI, вегетационный индекс, лесотундра

Введение

Длинные ряды спутниковых данных AVHRR/NOAA (продукты LTDR, GIMMS) позволяют отслеживать изменения в окружающей среде, вызванные процессами глобального изменения климата [1]. Растительный покров является одним из наиболее чувствительных природных индикаторов таких изменений. В работах [2-7] приводятся результаты исследований многолетних трендов состояния лесов и изменений фенологических сроков, показывающих, что за последние десятилетия наблюдаются существенные пространственно-временные изменения параметров растительного покрова (биофизических характеристик, характеристик фенологических ритмов). Целью работы является исследование особенностей трендов вегетационного индекса NDVI растительного покрова лесотундры Якутии за период 1982-2015 гг. по данным спутников NOAA.

Данные и методика

В работе использованы данные спутников NOAA (1982-2015 гг.) проекта GIMMS v.3 (Global Inventory Modeling and Mapping Studies), представляющие собой композиты 15-дневных максимальных значений NDVI [8]. Значения приземной температуры воздуха и атмосферных осадков за аналогичный период взяты из среднемесячного набора данных CRU TS v.4.01 [9]. Для выбора тестовых участков с

однородным типом растительности использована цифровая карта наземных экосистем Северной Евразии [10].

Результаты и обсуждения

На основе данных GIMMS были рассчитаны средние значения вегетационного индекса NDVI за май-сентябрь, и построена карта линейного тренда NDVI Восточной Сибири за период 1982-2015 гг., представленная на рис. 1а. Цветовой кодировкой (см. легенду карты) с шагом 5% в диапазоне -15% – +15% показаны области с различными значениями прироста тренда NDVI. Как следует из рис. 1а, карта распределения тренда NDVI Восточной Сибири за период 1982-2015 гг. неоднородна – присутствует заметная градация положительных и отрицательных значений. Тем не менее, в целом, преобладает положительная динамика со средним ростом тренда NDVI около 4%. На севере Якутии (выше 64-й параллели) наблюдается обширная область с наиболее высоким приростом тренда NDVI (10–15%).

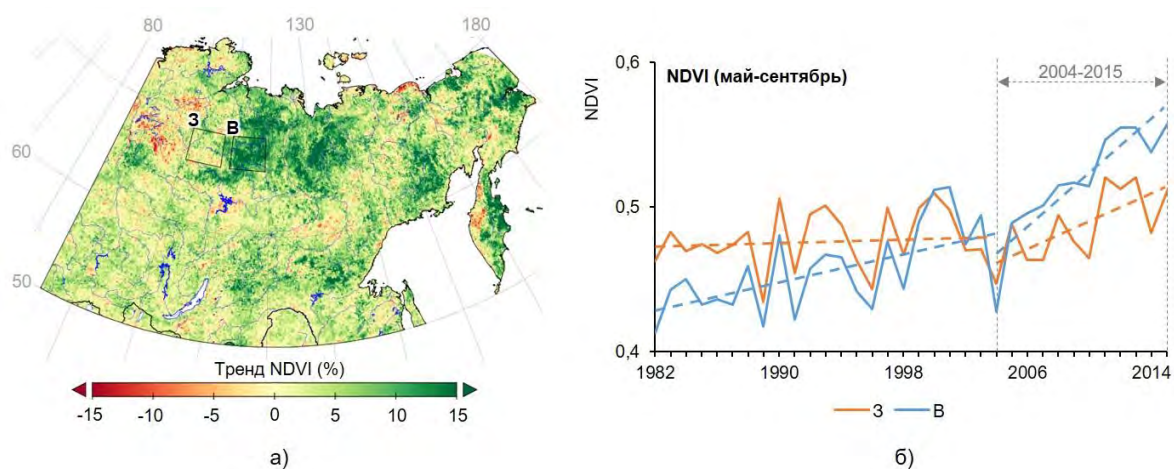


Рис. 1. а) карта тренда сезонных (май-сентябрь) значений NDVI за период 1982-2015 гг., прямоугольниками отмечены тестовые участки «З» и «В»; б) вариации сезонных значений NDVI участков «З» и «В» за период 1982-2015 гг. Штриховыми линиями показаны линейные тренды

Для исследования прироста тренда NDVI на севере Якутии в зоне лесотундры были выбраны тестовые участки (обозначены на рис. 1а как «З» и «В»). Участки характеризуются однородностью типов растительного покрова (редколесье лиственницы даурской в сочетании с тундровыми сообществами), схожими климатическими условиями (среднеголетняя среднегодовая температура воздуха на обоих участках -12°C , среднеголетняя сумма осадков составляет 290-300 мм) и равнинным рельефом.

Для тестовых участков «З» и «В» были построены вариации сезонных значений NDVI (рис. 1б). Графики указанных параметров (сплошные линии) имеют довольно изменчивый характер. Тем не менее, на участках «З» и «В» за исследуемый период наблюдается прирост NDVI на ~3% и ~13%, соответственно. В динамике вариаций NDVI можно выделить два периода: 1982-2004 гг. и 2004-2015 гг. В течение первого вариации NDVI обоих участков хорошо согласуются ($R=0,8$), однако отличаются абсолютными значениями (NDVI участка «З» выше «В»). При этом абсолютное значение NDVI участка «В» к концу уравнивается с NDVI участка «З». В течение второго периода NDVI участка «З» имеет довольно вариабельный характер, а на

участке «В» наблюдается устойчивый рост значений NDVI без существенных вариаций. Следует отметить, что анализ среднемесячных (с мая по сентябрь) вариаций NDVI на участках показал, что наиболее существенный вклад в прирост сезонных трендов NDVI вносят майские значения (до 7,5% на участке «З» и до 22% на участке «В»).

Анализ связи вариаций майских значений NDVI с метеопараметрами показал высокую корреляцию ($R=0,9$) с температурой воздуха и его отсутствие ($R=0$) с атмосферными осадками на обоих участках. На рис. 2 показаны вариации майских значений NDVI, температуры воздуха и атмосферных осадков для участков «З» (рис. 2а) и «В» (рис. 2б). Как видно из рис. 2а, б, на графиках трендов NDVI аналогично выражены два периода – 1982-2004 гг., когда тренд отсутствует или он минимален, и 2004-2015 гг., когда наблюдается положительная тенденция до 17% на участке «З» и устойчивый рост до 26% на участке «В». Аналогично, тренды температуры на участках «З» и «В» существенны во втором периоде и составили $5,4^{\circ}\text{C}$ и $6,1^{\circ}\text{C}$, соответственно.

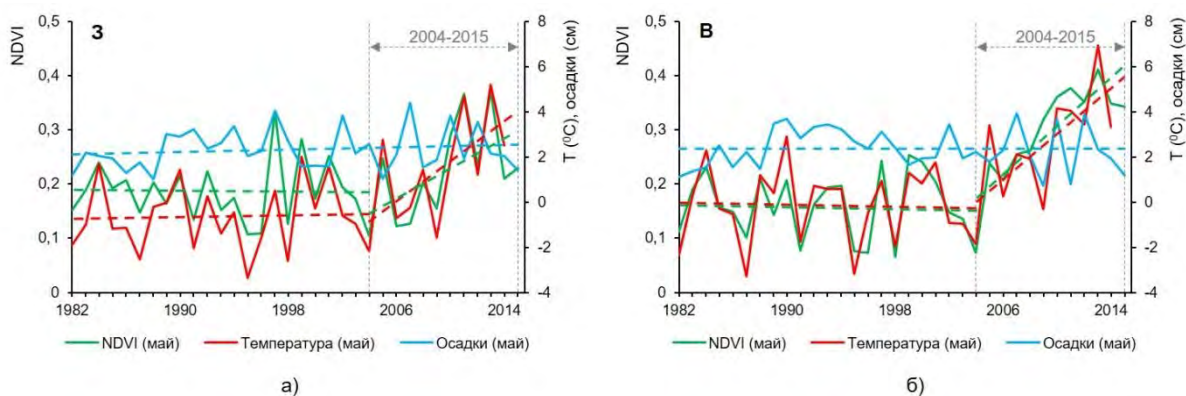


Рис. 2. Вариации майских значений NDVI, температуры и осадков участков «З» (а) и «В» (б) за период 1982-2015 гг. Штриховыми линиями показаны линейные тренды

Выводы

На севере Якутии наблюдается обширная область с наиболее высокими показателями прироста сезонного тренда NDVI (~10-15%) за 1982-2015 гг.

Анализ вариаций NDVI тестовых участков показал, что существенный вклад в сезонный тренд NDVI вносит устойчивый рост (на 26%) его майских значений за последние 12 лет (2004-2015 гг.), коррелирующих ($R=0,9$) с вариациями и ростом (на $6,1^{\circ}\text{C}$) майской температуры воздуха. Корреляция NDVI с уровнем осадков не наблюдается, что вероятно обусловлено невысоким их уровнем для исследуемой территории.

Список литературы:

1. Stocker T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.), IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press. Cambridge. United Kingdom and New York. NY. USA. 1535 P.

2. Haibo Li, Cuizhen Wang, Lijuan Zhang, Xiaxiang Li & Shuying Zang. Satellite monitoring of boreal forest phenology and its climatic responses in Eurasia // International Journal of Remote Sensing (2017), 38:19, 5446-5463, DOI: 10.1080/01431161.2017.1339925

3. Lanhui Wang, Rasmus Fensholt. Temporal Changes in Coupled Vegetation Phenology and Productivity are Biome-Specific in the Northern Hemisphere // *Remote Sensing* (2017), 9, 1277; doi:10.3390/rs9121277
4. Varlamova E.V., Solovyev V.S. Study of NDVI Variations in Tundra and Taiga Areas of Eastern Siberia (Yakutia) // *Atmospheric and Oceanic Optics*. 2015. Vol. 28. No. 1. P. 64–67.
5. Varlamova E.V., Solovyev V.S. Study of NDVI vegetation index in East Siberia under global warming // *Proceedings of SPIE on 22nd International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics*. 2016. V. 10035. P. 100355K. (doi:10.1117/12.2248092).
6. Varlamova E.V., Solovyev V.S. Spatio-temporal variations of vegetation indicators in Eastern Siberia under global warming // *Proceedings of SPIE on 23rd International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics*. 2017. V. 10466. P. 1046660. (doi:10.1117/12.2287360).
7. Варламова Е.В., Соловьев В.С. Исследование трендов NDVI и фенологических параметров растительности мерзлотного региона Сибири по спутниковым наблюдениям // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2017. Т. 14. № 3. С. 206-214.
8. Pinzon J.E, Tucker C.J (2014). A Non-Stationary 1981-2012 AVHRR NDVI3g Time Series. *Remote Sensing*, 6, 6929-6960.
9. Harris I.C., Jones P.D. University of East Anglia Climatic Research Unit, CRU TS4.01: Climatic Research Unit (CRU) Time-Series (TS) version 4.01 of high-resolution gridded data of month-by-month variation in climate (Jan. 1901- Dec. 2016). Centre for Environmental Data Analysis, 04 December 2017. doi: 10.5285/58a8802721c94c66ae45c3baa4d814d0.
10. Bartalev S.A., Belward A.S., Erchov D.V., Isaev A.S., A new Spot4-vegetation derived land cover map of northern Eurasia, *International Journal of Remote Sensing*, 2003, Vol. 24, No. 9, pp. 1977–1982.

**Применение гидравлического безнапорного способа оттаивания мерзлых
песчанистых пород на россыпном месторождении р. Желтулак**

*Гергеев А.С., студент,
Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,
г. Нерюнгри
E-mail: mr.gergeev@mail.ru*

**Научный руководитель:
к.т.н., Рочев В.Ф.**

С целью повышение эффективности оттаивания мерзлых горных пород, при разработке россыпей открытым способом. Необходимость применения гидравлического безнапорного способа оттаивания мерзлых песчанистых пород вызывается тем, что преобладающая часть россыпи сосредоточена в зонах сурового климата и широкого распространения многолетней мерзлоты.

Существенное влияние на промерзание пород оказывают температура воздуха, ветровой режим, толщина снежного покрова, теплопроводность и влажность пород,

характер естественного покрова (трава, кусты, лес, мох, торф, каменистость и др.), уровень грунтовых вод и другие факторы. В зонах распространения многолетней мерзлоты оттаявшие за лето породы зимой обычно вновь промерзают на полную мощность. Эти особенности оказывают отрицательное влияние на эффективность разработки данной россыпи предопределяя необходимость осуществления специального комплекса мероприятий по оттаиванию многолетней мерзлоты.

В геолого-структурном плане долина р. Джелтулак на характеризуемом отрезке расположена в пределах Сыгынахской антиклинальной структуры архейского фундамента со среднегорным, слабо расчлененным рельефом. Река Джелтулак на всем протяжении участка размывает комплекс метаморфических пород архея. Плотиком россыпи служат в различной степени разрушенные гнейсы, кристаллосланцы и реже архейские граниты.

Геоморфологическое строение участка неоднородное, что отчетливо проявлено как в продуктивности, так и в строении промышленной россыпи.

Как в пойме, так и на террасах, кровля пласта практически повсеместно расположена ниже современного уреза воды и по характеру распределения золота в вертикальном разрезе россыпь приплотиковая.

На площади передаваемого участка месторождения преимущественное распространение имеет многолетнемерзлые породы (78%). Таликовая зона, приуроченная, в основном к руслу и частично к пойменной части долины, прослеживается по всему участку шириной от 50 до 230 м. По своему типу это гидрогенный “несквозной” талик, сформировавшийся вследствие отепляющего воздействия поверхностного стока реки. Сезонно-мерзлый слой составляет в конце зимы 1,2-3,2м. Средняя скорость оттайки в летний период 5-7 см/сут.

Фильтрационные свойства русловых отложений в пределах таликовой зоны изучались в воднокритический период (март) с дебитом 8,7 л/сек. Коэффициент фильтрации составил 110 м/сут. Ожидаемые водопритоки в горные выработки при полном вскрытии таликовой зоны, составляют: в разрезные траншеи – 6,76 м³/сут., в карьеры – 831 м³/сут.

По химическому составу грунтовые воды гидрокарбонатно-кальциевые с минерализацией 90-100 мг/л. Вода слабо агрессивна, слабокислая (РН = 6,0-7,0).

Поверхностный сток реки появляется в конце апреля с расходами 0,06-0,43м³/сек. Весенне-летние паводки характеризуются максимальными расходами воды 290-450 м³/сек с подъемом уровня до 2,5-3,5м. Летняя межень приходится на середину августа с расходами воды 9-20 м³/сек. Среднемесячные расходы воды составляют: май - 31, 1 м³/сек, июнь - 167,0 м³/сек, июль – 97,7 м³/сек, август – 79,1 м³/сек, сентябрь – 31,3 м³/сек, октябрь -12 м³/сек, ноябрь - 0,919 м³/сек. Минимальный среднемесячный расход составляет 16,5 м³/сек при средней глубине 0,65 м и средней скорости 0,4 м/сек.

Лабораторными испытаниями на песках привезенные с россыпного месторождения р. Джелтулак были получены следующие результаты:

Таблица 1

Лабораторными испытаниями на песках привезенные с россыпного месторождения р. Желтулак

h, м	t, сут	h, м	t, сут	h, м	t, сут
3	0,2	3	0,16	3	0,12
4	0,4	4	0,32	4	0,24
5	0,6	5	0,48	5	0,36
6	0,8	6	0,64	6	0,48
7	1	7	0,8	7	0,6
солнечная энергия		применение воды		соляной раствор	

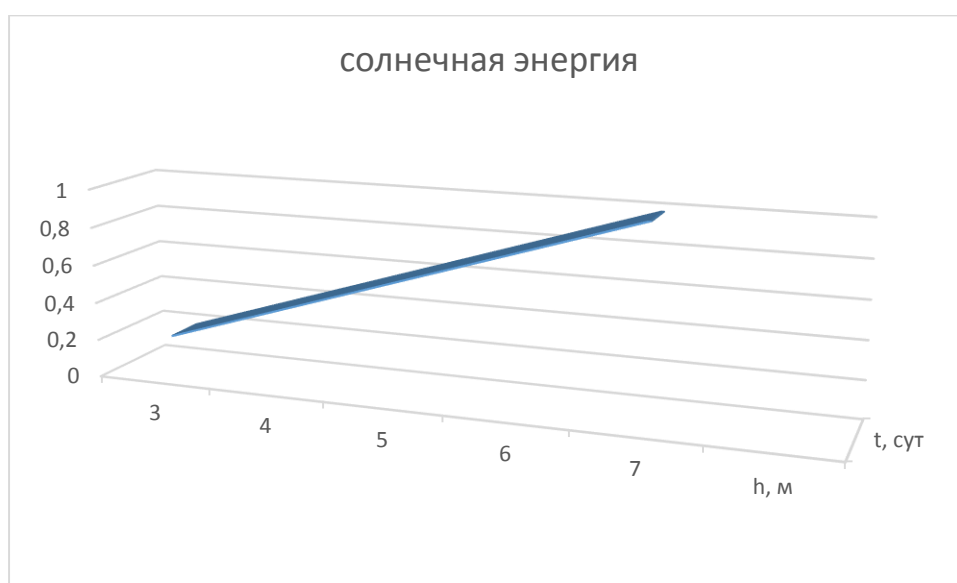


Рис.1. Зависимость протайки мерзлых песков от времени при воздействии солнечной энергии

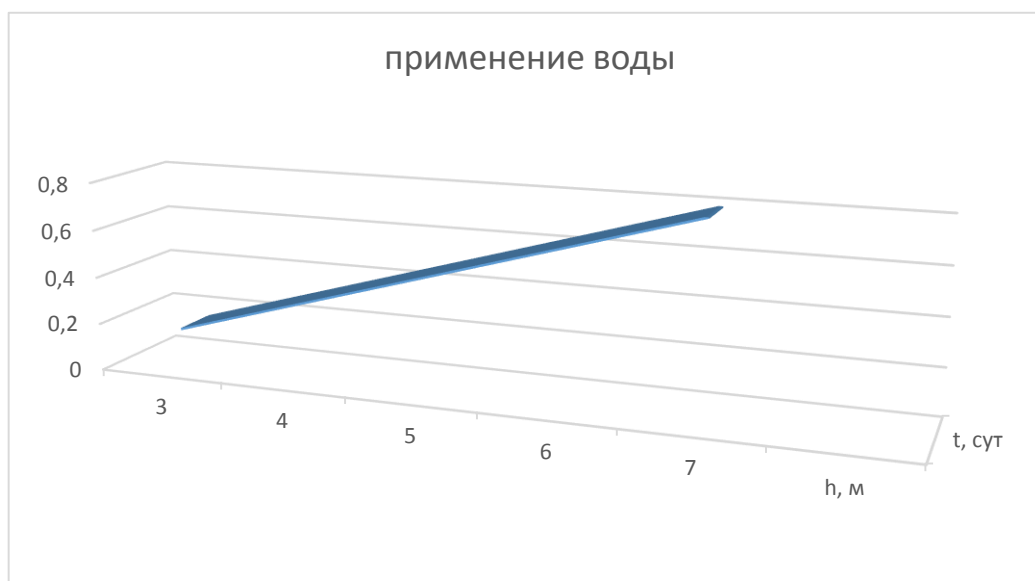


Рис.2. Зависимость протайки мерзлых песков от времени при воздействии воды

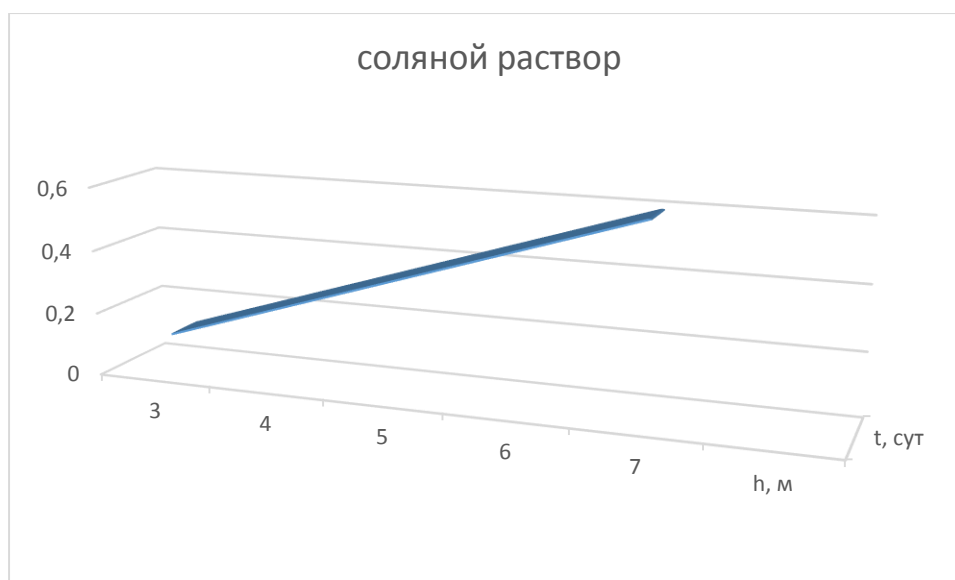


Рис.3. Зависимость протайки мерзлых песков от времени при воздействии раствора соли

Таким образом, экспериментальная проверка подтвердила сравнительно высокую эффективность данного метода оттаивания мерзлоты на глинистых породах. Метод прост, стоимость осуществления мероприятия невысокая, трудовые затраты незначительны. Принципиальным преимуществом метода является возможность ведения работ в ранний период, когда другие методы оттаивания (например, с помощью пленочных покрытий и гидроигловой) малоэффективны или невозможны.

Данный метод может найти применение и на других открытых работах, например, при бульдозерной разработке россыпей в районах Северо- Востока.

Инструментальное наблюдение активности свистящих атмосфериков на радиофизическом полигоне «Ойбенкель» ИКФИА СО РАН

*Готовцев М. Р., аспирант,
ИКФИА СО РАН,
г. Якутск.*

E-mail: gotovcevmr@ikfia.ysn.ru

*Научный руководитель:
к.ф.-м.н., с. н. с. Каримов Р. Р.*

Научные направления исследований и инструментальные наблюдения лаборатории РИМ:

- **Очень низкочастотное излучение**

- Исследование магнитосферных ОНЧ радиоизлучений, вопросов их распространения в магнитосфере и выхода к земной поверхности (свистящие атмосферика)

- Исследование связи ОНЧ радиоизлучений с вариациями солнечной активности, параметрами солнечного ветра и межпланетного магнитного поля

- Исследование проявлений в ОНЧ излучении сейсмических процессов и грозовой активности

- Изучение вопросов распространения ОНЧ излучений в волноводе "земля-ионосфера" на примере сигналов ОНЧ радиостанций и электромагнитных излучений грозových разрядов

- **Грозовая активность**

- Мониторинг грозовой активности на востоке Сибири
- Связь грозовой активности с солнечными и космофизическими параметрами

- **Атмосферное электричество**

- Вариаций электрического поля во время "хорошей" погоды
- Вариации электрического поля во время грозовой активности
- Связь вариации космических лучей и атмосферного электрического поля

Основные наблюдения, ведущиеся лабораторией проводятся на стационарном экспедиционном пункте, радиофизическом полигоне «Ойбенкель», основанном в 1972 г. расположенном в тайге на удалении 25 км от г. Якутска.

Энергоснабжение полигона автономное - от солнечных панелей и ветрогенератора большую часть года и дополнительно от дизель-генераторов в зимние дни. Таким образом промышленные помехи слабо влияют на прием сигналов.

Прием ОНЧ сигналов осуществляется на радиофизическом полигоне на следующие приемно-регистрирующие комплексы:

- многоканальный ОНЧ регистратор, работающий с 1972 года, частотный диапазон до 10 кГц. Прием осуществляется на рамочную антенну, имеющей эффективную площадь, равную 770 кв.м., ориентирована в направлении восток-запад;
- пункт регистрации SSAN (сети анализа сигналов датчиков) с ноября 2017 года, частотный диапазон до 96 кГц, прием на штыревую антенну;
- пункт регистрации AWDANET (автоматическая система распознавания и анализа вистлеров) с сентября 2018 года, частотный диапазон до 20 кГц, прием также на штыревую антенну.

Обоснование применения анкерной крепи на шахте «Денисовская»

*Иванов Э.А., студент,
Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,
г. Нерюнгри
E-mail: eduardwoodstock@gmail.com*

*Научный руководитель:
д.т.н., профессор Гриб Н.Н.*

В процессе разработки Денисовского месторождения установлено, что при проведении горизонтальных горных выработок, около 56 % породных обнажений теряют устойчивость непосредственно при обнажении или спустя некоторое время после обнажения (20-350 минут в зависимости от мощности слоя), приводящих к снижению скорости проведения выработок на 40 – 50 %, увеличению расходов на крепление и поддержание выработок на 20 – 30 %, кроме того, 35 – 40 % несчастных случаев происходит непосредственно при проведении горных выработок. Учитывая горно-геологические и горнотехнические условия разработки месторождения наиболее

оптимально, для поддержания выработок и установления горным давлением будет применены анкерной крепь.

Согласно разработанной для Южно-Якутского бассейна классификации [1, 6, 7] (табл.1-2) кровли угольных пластов подразделяются на четыре класса по устойчивости и четыре класса по обрушаемости. Каждому типу кровель присущий определенные свойства, которые обуславливают необходимость оптимального выбора способов управления горным давлением.

Оценка устойчивости и обрушаемости кровель угольных пластов в соответствии с принятой классификацией (табл. 1-2) и учетом горно-геологических и горно-технических факторов, явилась основанием для предварительной рекомендации выбора крепи. Исходя из анализа существующих способов управления горным давлением [2,3,5] были предложены следующие рекомендации.

На площади месторождения доминирует среднеустойчивая и среднеобрушаемая кровли, в связи с чем, наибольшее применение получит анкерная крепь с сеткой, набрызгбетонная с анкерами, набрызгбетонная.

Слабоустойчивая и слабо обрушаемая кровли наиболее распространены в центральной части месторождения, на выходах угольных пластов в северной, южной и северо-восточной частях. Для этого типа кровель предпочтительной является анкерная крепь с сеткой, набрызгбетонная с анкерами и металлической сеткой, а также металлическая рамная.

Неустойчивая и легкообрушаемая кровли распространены на площади месторождения в виде локальных участков. Для этого класса кровель рекомендуется применять железобетонную, а также монолитную бетонную крепи.

Таблица 1

Геолого-геофизическая классификация по устойчивости непосредственных кровель угольных пластов в горных выработках, по Н.Н. Гриб [1]

№ классов	Наименование классов устойчивости непосредственных кровель	Литологический состав	Мощность слоев, м	Глубина залегания пластов пород, м	Предел прочности на одноосное сжатие $\sigma_{сж}$, МПа	Удельное электрическое сопротивление $\rho_{к ср}$, Ом	Скорость распространения упругих волн $V_{\rho ср}$, км/с
I	Неустойчивая	Ложная кровля мощностью 0,3-0,5 м: углистые аргиллиты, тонкослоистые переслаивание углистых алевролитов	0,05-0,15	300	До 35	10-30	<4,0
II	Слабоустойчивая	Ложная кровля мощностью 0,1-0,3 м: аргиллиты, алевролиты, переслаивание аргиллитов, алевролитов и песчаников	0,1-0,3	300	30-50	20-40	3,5-4,5
III	Среднеустойчивая	Аргиллиты, алевролиты, песчаники глинистые	>0,3	300	50-70	30-60	4,0-4,7
IV	Устойчивая	Алевролиты карбонатные, песчаники крупнозернистые, песчаники мелкозернистые, известняки	>0,50	300	>70	>50	>4,5

Таблица 2

Геолого-геофизическая классификация по обрушаемости основных кровель угольных пластов в горных выработках, по Н.Н. Гриб [1]

№ классов	Наименование классов по обрушаемости основных кровель	Литологический состав	Мощность слоев, м	Глубина залегания пластов пород, м	Передел прочности на одноосное сжатие $\sigma_{сж}$, МПа	Удельное электрическое сопротивление $\rho_{к\text{ ср}}$, Ом	Скорость распространения упругих волн V $\rho_{ср}$, км/с
I	Легко обрушающаяся	Аргиллиты, алевролиты, алевролитов и слабых песчаников, обрушающихся после передвижения крепи	0,05-0,6	300	До 50	10-30	<4,0
II	Средне обрушающаяся	Алевролиты, песчаники на глинистом цементе, переслаивание песчаников, аргиллитов, алевролитов разной прочности	>0,25	300	50-60	20-50	3,5-4,5
III	Слабо обрушающаяся	Алевролиты карбонатные, песчаники крупно, средне и мелкозернистые карбонатные, известняки, представляющие однородные массив	0,5-0,3	300	60-75	30-100	4,0-5,0
IV	Трудно обрушающаяся	Песчаники	>0,7	300	>75	>150	>4,5

Устойчивая и трудно обрушающаяся кровли так же распространены и в виде локальных участков по всей площади месторождения. Для этого класса кровель рекомендуется применять отдельные анкера, в зонах локальных нарушений - набрызгбетон.

Рекомендуемые виды крепи при соответствующих категориях устойчивости и обрушаемости пород кровель представлены в таблице 3 [4].

Таблица 3

Рекомендуемые виды постоянной крепи

Класс кровли	Состояние устойчивости и обрушаемости кровли	Виды крепи
I	Неустойчивая, легкообрушающаяся	Железобетонная; монолитная бетонная
II	Слабоустойчивая, Средне обрушающаяся	Набрызгбетон с анкерами и металлической сеткой; металлическая рамная
III	Среднеустойчивая, среднеобрушающаяся	Анкерная с металлической сеткой; набрызгбетонная; набрызгбетон с анкерами
IV	Устойчивая, труднообрушающаяся	Отдельные анкера, местами набрызгбетон

Так на площади месторождения доминирует среднеустойчивая и средне обрушаемая кровли, наибольшее применение получит анкерной крепь.

Для крепления выемочных камер рекомендуется применение сталеполимерной анкерной крепи типа А20В. Крепь анкерная А20В предназначена для крепления кровли выработок с прочностью углей и пород на сжатие соответственно 6 МПа и 20 МПа при химическом способе закрепления в шпуре стержня анкера. [4]

Расчет сталеполимерного анкерного крепления

Расчёты выполнены в соответствии с методическими положениями «Инструкции по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах России» [4], далее Инструкция.

Выемочные камеры и горные выработки по условию крепления, охраны и поддержания отнесены к выработкам, проводимым в массиве угля и затем погашаемым очистными работами. Параметры крепления выемочных камер и пластовых выработок сталеполимерной анкерной крепью рассчитываются для следующих условий:

- глубина горных работ - 80÷160м;
- ширина выработок - 4,0÷5,0м
- ширина камер - 6,0 м;
- высота камер - 3,55-4,0м;
- срок службы камер - до 2 мес.;

- способ проведения камер - комбайновый;
- расчётное сопротивление пород кровли на сжатие, для алевролитов - 70 МПа;
- расчётное сопротивление угля на сжатие - 7-8 МПа.

Величину смещений пород кровли в выработках, проводимыми в массиве и погашаемыми очистными работами определяется из выражения:

$$U_{\Pi} = U_M + U_L \cdot K_{\text{ш}} \cdot K_B \cdot K_K \cdot K_a, \text{ мм},$$

где:

$U_M = U_T \cdot K_a \cdot K_{\text{ш}} \cdot K_B \cdot K_a$ – величина расчётных смещений кровли выработки, проводимой в массиве, мм;

U_T - типовые смещения кровли, определяемые в зависимости от глубины расположения выработки “Н” и расчетного сопротивления пород кровли на сжатие “ R_c ”, мм;

U_L - расчетные смещения кровли в период влияния опорного давления на протяжении $0,1H$ от погашаемых работ, определяемые в зависимости от “Н” и “ R_c ”, мм;

K_a – коэффициент, учитывающий расположение выработок, для камер $K_a=1,0$;

$K_{\text{ш}}$ - коэффициент, учитывающий отличие расчетной ширины выработки от ширины $B = 5,0\text{м}$; $K_{\text{ш}} = 0,25 \cdot (B-1) = 1,25$;

K_B - коэффициент, учитывающий влияние других смежных выработок. При расстоянии между выработками $\geq 15\text{м}$ $K_B = 1,0$;

K_K - коэффициент, учитывающий обрушаемость основной кровли. При II типе кровли $K_K = 1,2$;

K_a - коэффициент, учитывающий степень связывания и упрочнения пород различными конструкциями анкеров. При длине закрепления в скважине сталеполимерного анкера $0,5\text{м}$ - $K_a = 0,9$.

В соответствии с Инструкцией [4] по оценке устойчивости обнажений непосредственной кровли (табл. 5.), параметры устойчивости кровли пластов шахты Денисовская можно отнести, в основном, ко II классу (кровля средней устойчивости) с некоторым запасом надежности по обеспечению требуемой устойчивости обнажений.

Сопротивление пород непосредственной кровли на сжатие (R_c) на высоту, равную ширине камеры составляет 70 МПа. С учётом коэффициента структурного ослабления пород, который при II типе кровли принимается равным 0,9, $R_c = 63,0$ МПа.

Таблица 5

Типизация непосредственной кровли по устойчивости в соответствии с рекомендациями [4]

Класс и наименование класса	Литологический состав и характеристика пород	Предел прочности пород при одноосном сжатии, МПа	Толщина слоя, м	Расстояние между трещинами, м	Предел прочности угля на сжатие, кгс/см ²	Устойчивая площадь обнажения кровли, м ²	Время устойчивого обнажения кровли, мин
I класс Неустойчивая	Тонкослоистые трещиноватые мелкозернистые и алевролитистые песчаники с большим количеством ослабленных контактов, алевролиты (включая углистые), аргиллиты неслоистые; поверхности отдельности четко выражены; углистых включений до 20%, слежавшиеся породы в кровле; керн в виде тонких дисков; поверхности напластования I-II класса	до 30	до 0,4	до 0,4	до 70	до 10	до 30
II класс Средней устойчивости	Песчаники от крупнозернистого до алевролитистого, алевролиты крупно- и мелкозернистые, аргиллиты (включая углистые), известняки, плотные глины: керн в виде столбиков высотой 0,1-0,5м; поверхности напластования II-III классов	30-60	0,4-0,7	0,4-0,7	более 70	10-30	30-120
III класс Устойчивая	Песчаники от крупнозернистого до алевролитистого, алевролиты крупно и мелкозернистые, аргиллиты (включая углистые), известняки; керн в виде столбиков высотой более 0,5м; поверхности напластования III класса	свыше 60	свыше 0,7	свыше 0,7	более 90	30-60 и более	более 120

По номограммам [4] определяются значения “ U_T ” и “ U_L ” для глубины расположения выработок и камер 80, 160, 200 и 300м.

Значения U_T , U_L , U_M и U_P приведены в табл. 6 [4].

Таблица 6

Глубина расположения камеры, м	U_T , мм	U_L , мм	U_M , мм	U_P , мм
80	3	4	3,5	9,5
160	4	20	4,5	31,5
200	5	27	5,6	42,1
300	7	43	7,9	65,9

Из таблицы 6 видно, что в зависимости от расчетных смещений, горное давление определяется малой и средней интенсивностью при смещениях кровли от 10,0 до 80,0мм.

При ширине выработок 4,0-5,0 м и ширине выемочных камер 6,0м для II класса устойчивости кровли требуемые параметры длины анкеров и сопротивления крепи приведены соответственно в табл. 7 и 8 [4].

Таблица 7

Расчетная ширина выработок и сопряжений в проходке, м	Сопротивление анкерной крепи, P_a , кН/м	Длина анкера, l_a , м
4,0	45	1,7
4,5	50	1,8
5,0	55	2,0
6,0	65	2,2
7,0	75	2,4

Таблица 8

Глубина расположения камеры, м	Сопротивление анкерной крепи, P_a , кН/м	Длина анкера, l_a , м
80	65	2,2
160	65	2,2
200	65	2,2
300	68	2,2

Требуемая минимальная плотность установки анкеров в условиях II класса устойчивости кровли должно составлять не менее 0,7 анк. /м² [4].

При проектировании анкерной крепи, количество анкеров в рядах кровли следует принимать в зависимости от расчетной ширины (В) выработок и сопряжений. Обычно, количество анкеров в ряду должно составлять от 3 до 4 при $V < 4$ м, от 4 до 5 при $4 < V < 5$ м, от 5 до 6 при $5 < V < 6$ м и от 6 до 7 при $6 < V < 7$ м [4]. Анкера в кровле располагают веером с отклонением крайних от нормали к напластованию на угол 25-30° и на расстоянии до 0,4м от контура выработки.

В связи с этим, в зависимости от ширины выработок, принимается следующее количество анкеров в ряду: при ширине выработки 5,0м – 4шт., соответственно при 4,5м – 4 и 3шт., при 4,0м – 3шт.

По условию минимальной плотности установки анкеров в кровле средней устойчивости шаг установки рядов определяется из формулы:

$$C_k = \frac{n_k}{\Pi \cdot B}, \text{ м};$$

где

n_k – количество анкеров в ряду, $n_k = 3-4$ анк;

Π – минимальная плотность установки анкеров для кровли средней устойчивости, $\Pi = 0,7 \text{ анк/м}^2$ [4];

B – ширина выработки, м;

Результаты расчетов приведены в табл. 9.

Таблица 9

Ширина выработки	Кол-во анкеров в ряду, шт	Расчётный шаг установки рядов, $C_{кр}$, м	Принимаемый шаг установки рядов, C_k , м
4,0	3	1,07	1,05
4,5	3	0,95	0,95
4,5	4	1,27	1,25
5,0	4	1,14	1,1

Небольшой сроком службы камеры (2 мес.) предопределяет закрепление стержня анкера в скважине на длину 1,0м. Данное положение не распространяется на выработки шириной 6,0м, где закрепление анкера ведется на полную длину. В каждом ряду принимается к установке 5 анкеров. При этом расстояние между анкерами в ряду составит 1,2м. Шаги установки анкерных рядов в кровле при несущей способности анкера не менее 100 кН, приведены в табл. 10.

Таблица 10

Глубина расположения камеры, м	Расчётный шаг установки рядов, $C_{кр}$, м	Принимаемый шаг установки рядов, C_k , м
80-200	1,2	1,1* - 1,2
300	1,2	1,1* - 1,2

- для сопряжений выработок

По условию минимальной плотности установки анкеров в кровле средней устойчивости шаг установки рядов составит $C_k = 1,2$ м.

Учитывая значительный пролет открытого пространства на сопряжениях и необходимости повышения устойчивости последних, шаг установки рядов определяется из формулы:

$$C_c = \frac{n_k}{\Pi \cdot B}, \text{ м}$$

где n_k – количество анкеров в ряду на сопряжении, $n_k = 7-9$ анк;

Π – минимальная плотность установки анкеров для кровли примыкающих выработок средней устойчивости, $\Pi = 0,7$ анк. /м² [4];

B – ширина сопряжения, м. $B = 9,0-11,5$ м.

$C_c = 1,1$ м.

Плотность установки анкеров на «прямом» сопряжении при ширине примыкающих выработок – 6м, ширине сопряжения – 11,5м, площадь сопряжения – 173,5м² и количества анкеров – 129 шт. составит:

— $129 / 173,5 = 0,74$ анк. /м², что удовлетворяет условию для кровель II класса устойчивости $0,74 > 0,7$

Необходимость крепления боков камер определяется интенсивностью горного давления и прочностными свойствами угля и пород.

Относительная напряженность в боках выработок определяется по формуле:

$$\sigma_b = \frac{K_e \cdot K_{вл} \cdot K_o \cdot \gamma \cdot H}{R_{с.б}}$$

где γ – средний объёмный вес пород, принимаемый равным 0,025МН/м³;

H – глубина расположения выработок, м;

$R_{с.б}$ – расчетное сопротивление слоев пласта и пород в боках на сжатие, МПа;

K_e - коэффициент концентрации напряжений в боках от проходки выработок и сопряжений, $K_e = 1,5$;

$K_{вл}$ - коэффициент увеличения напряжений в боках выработок от других выработок, при $l \geq 15$ м $K_{вл} = 1,0$;

K_o - коэффициент увеличения напряжения в боках выработки при расположении их в зоне влияния опорного давления от очистных работ.

Ширина целика между камерами составляет $b_{ц} = 25$ м. Для $l_{ц} \geq 0,1H$, $K_o = 1,0$, т.е. для $H = 80-300$ м - $K_o = 1,0$, Для $l_{ц} < 0,1H$

$$K_o = \frac{1 + (K_{o\max} - 1) \cdot (0,1H - l_{ц})}{0,1 \cdot H},$$

где $K_{o\max}$ - при II типе кровли принимается равным 3.

Среднее расчётное сопротивление сжатию угля в боках с учётом коэффициента структурного ослабления $K_c > 0,9$ составляет 6,3 МПа.

Значения K_o и σ_b для различных глубин приведены в табл. 11.

Таблица 11

Глубина расположения камеры, Н, м	K_o	σ_b
80	1,0	0,48
160	1,0	0,95
200	1,0	1,19

Согласно инструкции, крепление боков выработок следует производить с глубины 180м.

Параметры крепления боков выработок и выемочных камер на глубине расположения последних свыше 180м приведены в табл. 12.

Для крепления боков возможно применение сталеполимерных анкеров типа А20В, металлических замковых анкеров типа ШК-1м, АК-8у, АКМ и деревянных. Количество анкеров в ряду боковой стенки выработки принимается равным 3.

Таблица 12

Глубина расположения выработок, Н, м	Сопротивление анкерной крепи, $R_{a.k}$, кН/м ²	Длина анкера, l_a , м
180	20	1,5
200	22	1,7
300	25	1,8

Результаты расчёта расстояния между рядами металлических замковых анкеров типа А20В с несущей способностью $N = 50$ кН и проверка шага установки рядов анкеров по условию их минимальной плотности приведены в табл. 13.

Таблица 13

Глубина расположения камеры, Н, м	Шаг установки рядов по расчёту, S_b , м	Шаг установки рядов по минимальной плотности, S_b , м	Принятые значения S_b , м
170	1,8	1,5	1,5
200	1,7	1,5	1,5
300	1,5	1,5	1,5

Расчётные параметры крепления кровли выработок и выемочных камер приведены в табл. 14.

В условиях удароопасности на глубинах более 200м на анкерах должны быть установлены демпфирующие элементы с податливостью не менее 50мм.

Таблица 14

Ширина выработки	Необходимое сопротивление анкерной крепи, R_a , кН/м ²	Длина анкера, l_a , м	Количество анкеров в ряду	Шаг установки анкерных рядов S_k , м	Плотность установки анкерной крепи, P , анк/м ²
4,0	45	1,7	3	1,05-1,1*	0,7-0,74
4,5	50	1,8	3	0,95-1,25	0,7-0,74
5,0	55	2,0	4	1,1*-1,1	0,7-0,74
6,0	68	2,2	5	1,1*-1,2	0,7-0,74

- для сопряжений выработок и камер

Таблица 15

Параметры анкерного крепления боков выработок приведены в табл. 15

№ п/п	Глубина горных работ, Н, м	Длина анкера, l_a , м	Сопротивление анкерной крепи, R_a , кН/м ²	Шаг установки анкерных рядов S_k , м
1	180	1,5	20	1,5
2	200	1,7	22	1,5
3	300	1,8	25	1,5

Увеличение плотности крепления сопряжений достигается путем изменения параметров шага установки крепи и количества анкеров в ряду. Крепление с увеличенной плотностью производится на самом сопряжении и на части примыкающих и пересекающихся выработок к нему на расстояние не менее 2м.

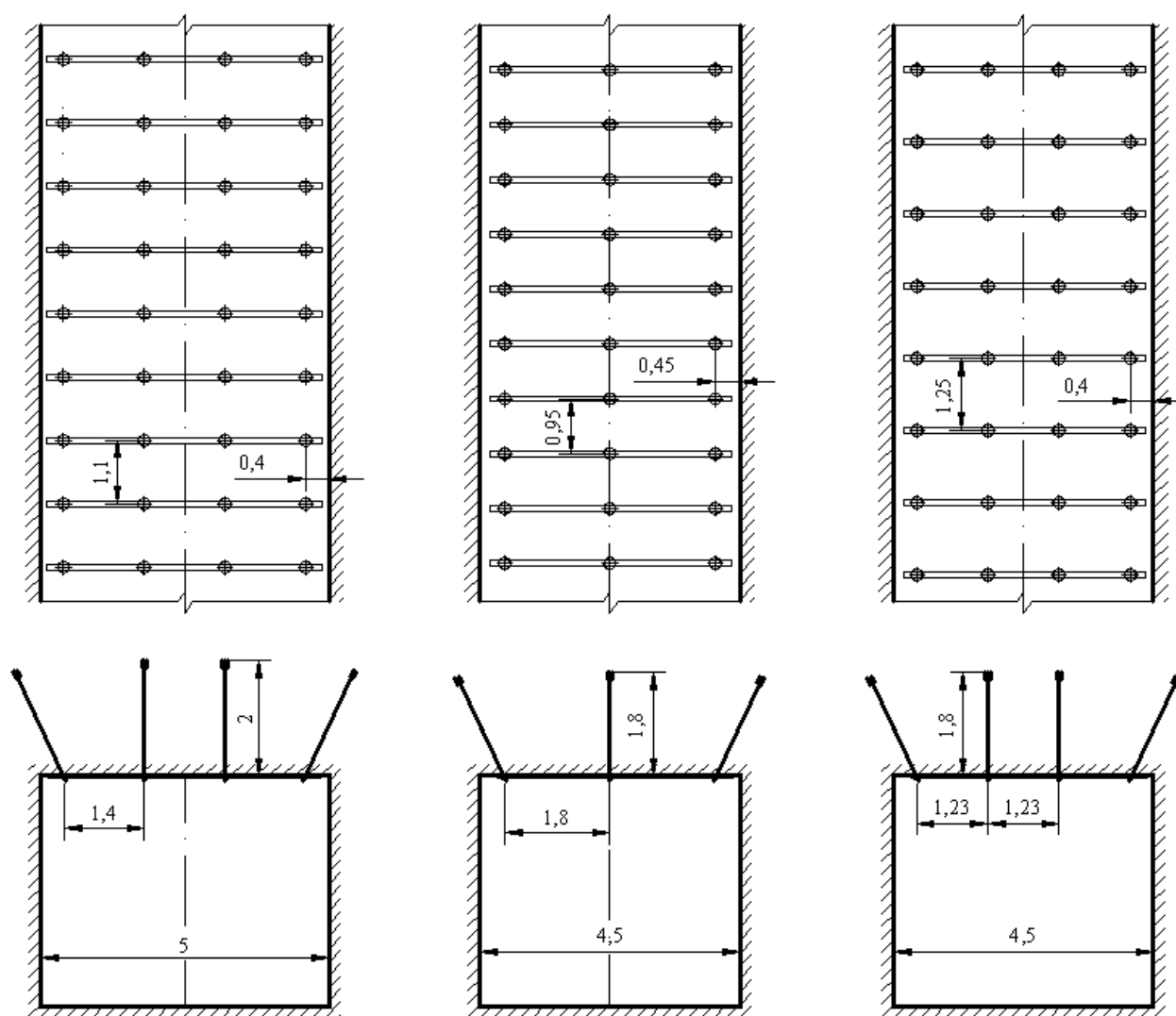


Рис. 1. Параметры анкерного крепления кровли выработок

Рекомендуемые параметры крепления сопряжений

Вид сопряжений	Сопротивление анкерной крепи, Ра, кН/м ²	Длина анкера, l_a , м	Плотность установки анкеров, П, анк./м ²
Перекрестное сопряжение	> 100	2,2	0,74
Примыкающее сопряжение	> 100	2,2	0,7

Результаты расчетов распространяются на основные горизонтальные и пластовые выемочные выработки шириной в проходке до 6,0м и сопряжения с расчетной шириной в проходке до 7,0м, проводимые и поддерживаемые в неподработанном и ненадработанном или полностью надработанном массиве с углом падения пластов до 30°, при отношении глубины расположения от поверхности к расчетному сопротивлению пород кровли меньше 25 МПа и следующих способах их охраны от влияния очистных работ:

- для квершлагов, бремсбергов, уклонов, штреков и их сопряжений при поддержании в продолжение всего срока службы вне зоны влияния очистных работ, а также в зоне их влияния при ширине охранных целиков больше 0,05Н, но не менее 15,0м;
- для пластовых выемочных выработок при различных технологиях подготовки и отработки пластов с проведением выработок и очистных камер в массиве.

Список литературы:

1. Гриб Н.Н., Самохин А.В. Физико-механические свойства углевмещающих пород Южно-Якутского бассейна. Новосибирск «Наука» Сибирское предприятие РАН, 1999 г.
2. Гелескул М.Н., Хорин В.Н., Киселев Е.С. и др. Справочник по креплению горных выработок. Изд-е второе перераб. и доп. М. Недрa, 1976, 508 с.
3. Инструкция. Временные указания по управлению горным давлением в очистных забоях на пластах мощностью до 3,5м и с углом падения до 35°. Л., ВНИМИ, 1982 г.
4. Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах России. ВНИМИ, 2000, 73с.
5. Смирнов Б.В. Теоретические основы и методы прогнозирования горно - геологических условий добычи полезных ископаемых по геологоразведочным данным. - М.: Недрa, 1976. - 120 с.
6. Скоморошко Ю.Н., Гриб Н.Н., Кузнецов П.Ю. Типизация углевмещающих пород Эльгинского месторождения по комплексному параметру устойчивости // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 6. – С. 90-95. DOI: 10.17513/use.36505
7. Кузнецов П.Ю., Гриб Н.Н., Скоморошко Ю.Н. Горная теплофизика: учебное пособие – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018 – 126с.

Механические и триботехнические свойства композитов на основе политетрафторэтилена и модифицированных наполнителей

*Исакова Т.А., инженер,
Институт проблем нефти и газа СО РАН,
лаборатория «Материаловедение»,
г. Якутск*

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент, и.о. заведующего лабораторией «Материаловедение»,
Институт проблем нефти и газа СО РАН, Петрова П.Н.
г. Якутск*

Введение. Полимерные композиционные материалы (ПКМ) в настоящее время находят широкое применение во всех областях техники и технологии. Среди полимеров, применяемых в качестве уплотнительных и антифрикционных материалов, политетрафторэтилен ПТФЭ занимает особое место. Он обладает высокой химической стойкостью, низким коэффициентом трения, повышенными морозо- и термостойкостью, имеет превосходные механические и электроизоляционные свойства [1]. Наряду с достоинствами ПТФЭ обладает и рядом недостатков, в частности, низкой износостойкостью материала. Одним из способов ее устранения является разработка композитов на основе ПТФЭ с введением модифицированного наполнителя в полимерную матрицу [2]. Механические и триботехнические свойства определяют срок службы применяемых изделий.

Модификация поверхностей частиц наполнителя очень важна при достижении максимально возможной его дисперсности в полимере, а также для формирования прочной адгезионной связи на границе раздела фаз «полимер-наполнитель».

Целью данной работы является исследование зависимости механических и триботехнических свойств ПКМ на основе политетрафторэтилена ПТФЭ от содержания модифицированного фторполимером наполнителя.

Объекты и методики исследования. Объектом исследования является ПТФЭ (марка ПН, ГОСТ 10007-80). Наполнителем выбраны цеолиты и шпинель магния. Цеолиты – это алюмосиликатные минералы, обладающие высокой адсорбционной активностью и молекулярно-ситовыми свойствами. Шпинель магния представляет собой высокодисперсное соединение, двойной оксид с общей формулой $MgO \cdot Al_2O_3$.

Полимерным модификатором наполнителей послужил фторполимер марки Ф-4МБ – высокомолекулярный сополимер тетрафторэтилена с гексафторпропиленом с температурой плавления 280 °С.

При проведении исследований была применена совместная механическая активация компонентов на планетарной мельнице «Pulverizette 5» при скорости вращения барабанов 200 об/мин. в течение 2 минут. Использование механоактивации наполнителей позволяет предотвратить агломерацию частиц, увеличить их поверхностную активность, равномерно распределить частицы наполнителя в полимерной матрице.

Физико-механические свойства композитов представлены следующими характеристиками: пределом прочности при растяжении, относительным удлинением

при разрыве и модулем упругости. Их измеряли с использованием стандартных методик на разрывной машине UTS-2 по ГОСТ 11262-80. Триботехнические свойства (скорость массового изнашивания, коэффициент трения) определяли по схеме трения «палец-диск».

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты влияния совместной активации компонентов на механические характеристики композитов на основе ПТФЭ и модифицированного Ф-4МБ цеолита приведены в таблице 1. Введение модифицированного Ф-4МБ цеолита в количестве 1-2 мас.% приводит к повышению предела прочности при растяжении и относительного удлинения при разрыве материалов на 20-40 % по сравнению с исходным полимером. Увеличение содержания наполнителя до 5 мас.% приводит к незначительному снижению относительного удлинения при разрыве. Предел прочности при растяжении ПКМ остается на уровне исходного полимера, а модуль упругости повышается в 1,5 раза.

Таблица 1

Физико-механические характеристики ПКМ на основе ПТФЭ и модифицированного Ф-4МБ цеолита

№	Состав композита	Масс. соотношение «цеолит: Ф-4МБ»	σ_p , МПа	ε , %	E , МПа
1	ПТФЭ	-	19,0	281	468,7
2	ПТФЭ+1мас.% (цеолит-Ф-4МБ)	1:1	28,6	357	687,8
3		2:1	28,8	359	708,0
4	ПТФЭ +2мас.% (цеолит-Ф-4МБ)	1:1	26,9	335	726,2
5		2:1	24,9	265	708,2
6	ПТФЭ +5мас.% (цеолит-Ф-4МБ)	1:1	25,8	307	737,8
7		2:1	21,5	326	665,1
8	ПТФЭ+ 2% цеолит +3% Ф-4МБ	-	20,0	292	651,8

Примечание: σ_p – предел прочности при растяжении; ε – относительное удлинение при разрыве; E – модуль упругости.

На рис. 1 приведена зависимость скорости массового изнашивания ПКМ от массовой концентрации модифицированного цеолита и соотношения «цеолит: Ф-4МБ».

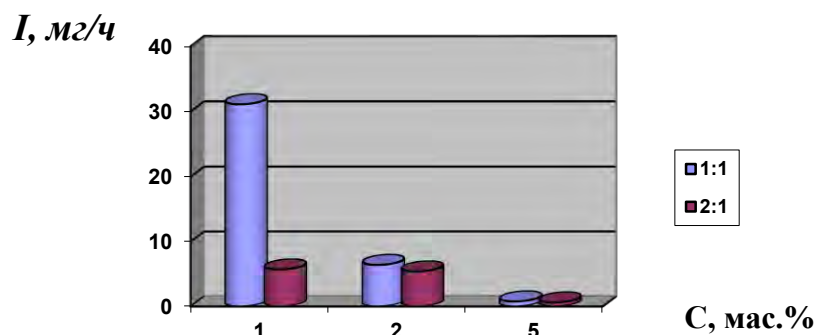


Рис.1.

Из рисунка видно, что увеличение концентрации модифицированного цеолита приводит к снижению скорости массового изнашивания в 150 раз по сравнению с исходным полимером. Физико-механические характеристики ПКМ на основе ПТФЭ и модифицированного Ф-4МБ шпинель магния приведены в таблице 2.

Таблица 2

Физико-механические характеристики ПКМ на основе ПТФЭ и модифицированного Ф-4МБ шпинель магния

№	Состав композита	Масс. соотношение «Ф-4МБ: шпинель магния»	σ_p , МПа	ϵ , %	E , МПа
1	ПТФЭ	-	19,0	281,0	468,7
2	ПТФЭ+1мас.% (Ф-4МБ: шпинель магния)	1:1	20,5	374,1	688,2
3		2:1	21,6	440,0	684,5
4		1:2	21,3	414,9	744,1
5	ПТФЭ+2мас.% (Ф-4МБ: шпинель магния)	1:1	23,1	452,0	706,1
6		2:1	23,4	458,2	717,5
7		1:2	20,0	398,0	702,5
8	ПТФЭ+5мас.% (Ф-4МБ: шпинель магния)	1:1	16,3	243,8	723,8
9		2:1	17,9	335,0	792,2
10		1:2	17,4	352,5	783,2

Введение модифицированного Ф-4МБ шпинель магния в небольшом количестве приводит к повышению предела прочности при растяжении и относительного удлинения при разрыве материалов на 20-60 % по сравнению с исходным полимером, а модуль упругости увеличивается в 1,5 раза.

На рис. 2 приведена зависимость скорости массового изнашивания ПКМ от массовой концентрации модифицированного шпинель магния при соотношении «Ф-4МБ: шпинель магния» 1:1.

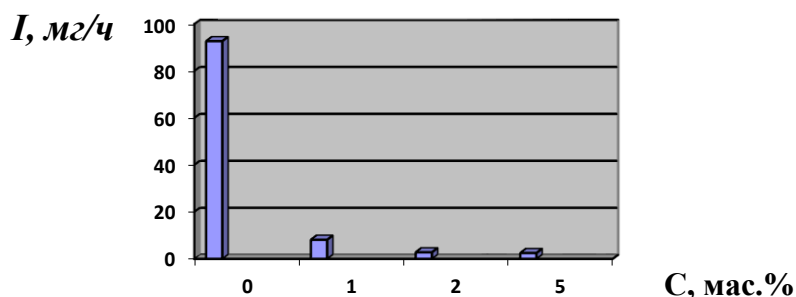


Рис. 2

Установлено, что увеличение концентрации модифицированного шпинель магния приводит к снижению скорости массового изнашивания в 40 раз по сравнению с исходным полимером.

Заключение. На основании полученных данных можно сделать вывод о перспективности применения совместной активации для модификации наполнителей. Использование модифицированных цеолитов и шпинели магния приводит к существенному повышению деформационно-прочностных характеристик ПТФЭ, что имеет важное значение при использовании таких композитов в некоторых конструкциях подвижных уплотнений. Предел прочности при растяжении увеличивается на 20-60% по сравнению с исходным полимером, относительное удлинение и модуль упругости увеличиваются в 1,5 раза, а износостойкость в 40-150 раз по сравнению с исходным полимером.

Список литературы:

1. Бузник В.М. Состояние отечественной химии фторполимеров и возможные перспективы развития //Российский химический журнал. – 2008. – Т. 52. – № 3. – С. 7-12.
2. Аммосова О.А. Модифицированные полимерные и композиционные материалы для северных условий / О.А. Аммосова и др. Под ред. С.Н. Попова. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2017. – 217 с.

Золото-медно-порфировый тип оруденения Алдано-станового щита как отражение активноокраинной геодинамической обстановки мезозоя

*Касперский С.В., аспирант,
Иркутский государственный университет,
г. Иркутск
E-mail: kasperland@rambler.ru*

*Научный руководитель:
к.г.-м.н., доцент Летунов С.П.*

Современная металлогения проявляет повышенный интерес к месторождениям т.н. меднопорфирового семейства, поскольку последние выступают серьезным источником пополнения минерально-сырьевой базы Cu, Mo, Au, Ag и других полезных ископаемых. В определении генетической принадлежности рудных объектов к рассматриваемому семейству учитывается комплекс характеристик, которые так или иначе отражают особенности субстрата вулcano-плутонических поясов, составы рудоносных вулcano-плутонических ассоциаций и околорудных метасоматитов, минералого-геохимическую специализацию руд и соотношение главных рудообразующих элементов [4].

Наиболее полно золото-медно-порфировые рудные тела изучены в вулcano-плутоническом поясе Анд, что позволяет его выбрать в качестве эталонного образца для оценки и прогноза степени подобного оруденения для менее изученного в этом плане региона – Алдано-Станового щита (АСЩ).

В современной Андской активной окраине отмечается поперечная сериальная и петрохимическая зональность: с запада на восток известково-щелочная серия сменяется субщелочной и щелочной, а вулканиты обогащаются калием, натрием, титаном и фосфором, обедняясь кальцием и магнием. В магматитах Анд повышены концентрации

элементов с крупными ионными радиусами (Rb, Ba, Sr, Th), а также с высокими ионными потенциалами (Ta, Nb, Ce, Zr, Hf, Sm, Y, Yb, Se). Лидирующая роль в металлогении Анд принадлежит меднопорфировым рудно-магматическим системам не менее, чем 5-6 периодов формирования только в мезо-кайнозой [2].

Алдано-Становой щит, расположенный на южной периферии Сибирского кратона, неоднократно подвергался сильному тектоническому воздействию окружающих складчатых активноокраинных областей (Байкало-Патомской, Забайкалья, Верхоянья, Монголо-Охотии). Особенно интенсивная структурно-вещественная переработка АСЦ происходила в мезозой (юра-мел).

Активноокраинная активизация АСЦ началась после периода тектонического покоя, существовавшего с конца палеозоя до середины мезозоя, формированием обширных сводов и межкупольных впадин и депрессий. Столкновение Амурской литосферной плиты с АСЦ и наличие далее к северу еще более жесткого упора (Сибирской платформы) привело к формированию субдукционного подвига под АСЦ как базальтоидных масс океанической коры Монголо-Охотского палеобассейна, так и подвижных аккреционно-коллизионных структур со стороны Зей-Буреинского массива. В итоге, вдоль всей южной окраины АСЦ сформировалась Пришилкинская активноокраинная зона.

С погружением субдукционной зоны на север энергетическое воздействие распространялось на всё более глубокие уровни литосферы, а затем и верхней мантии, и магматические выплавки и рудные флюиды инъецировались из все более глубоких очагов. Вероятно, этим следует объяснять имеющую место тенденцию увеличения на север доли глубоких базитовых и щелочных магм, и соответствующих рудных флюидов в магматических узлах, находящихся вблизи северной периферии АСЦ. По указанной причине и металлогения мезозоя в Северо-Алданской зоне наиболее сложная и высокопродуктивная (Верхне-Амгинский, Центрально-Алданский, Тыркандинский, Учурский рудные районы). Здесь совмещена полигенная и разноглубинная минерализация золота, серебра, молибдена, урана, платиноидов, алмазов и, отчасти, меди. Отчетливо обособляются вулканоплутонические комплексы: кислого и кислощелочного магматизма с золотом, молибденом, ураном; базит-ультрабазит-щелочных интрузий с платиной, МПГ, алмазами, медью; ультращелочных с редкими землями, ураном и чароитом (рис. 1).

По особенностям формирования мезозойского структурно-вещественного комплекса в регионе различаются золоторудные районы с "сосредоточенным" и "рассредоточенным" золото-медно-порфировым парагенезом. К первому типу относятся районы собственно Северо-Алданской зоны, где оруденение обычно тесно связано с разноглубинным магматизмом в магматогенных центрах, локальных сводоструктурах и вблизи их. Районы, расположенные южнее (Верхнетимптонский, Кабактанский, Сутамский и др.) - увязываются со Становым магматогенным сводом. Оруденение здесь существенно обособлено от гранитоидных плутонов и дайковых поясов ("рассредоточенный парагенез"), и часто размещается в зонах диафоритовых швов [1].

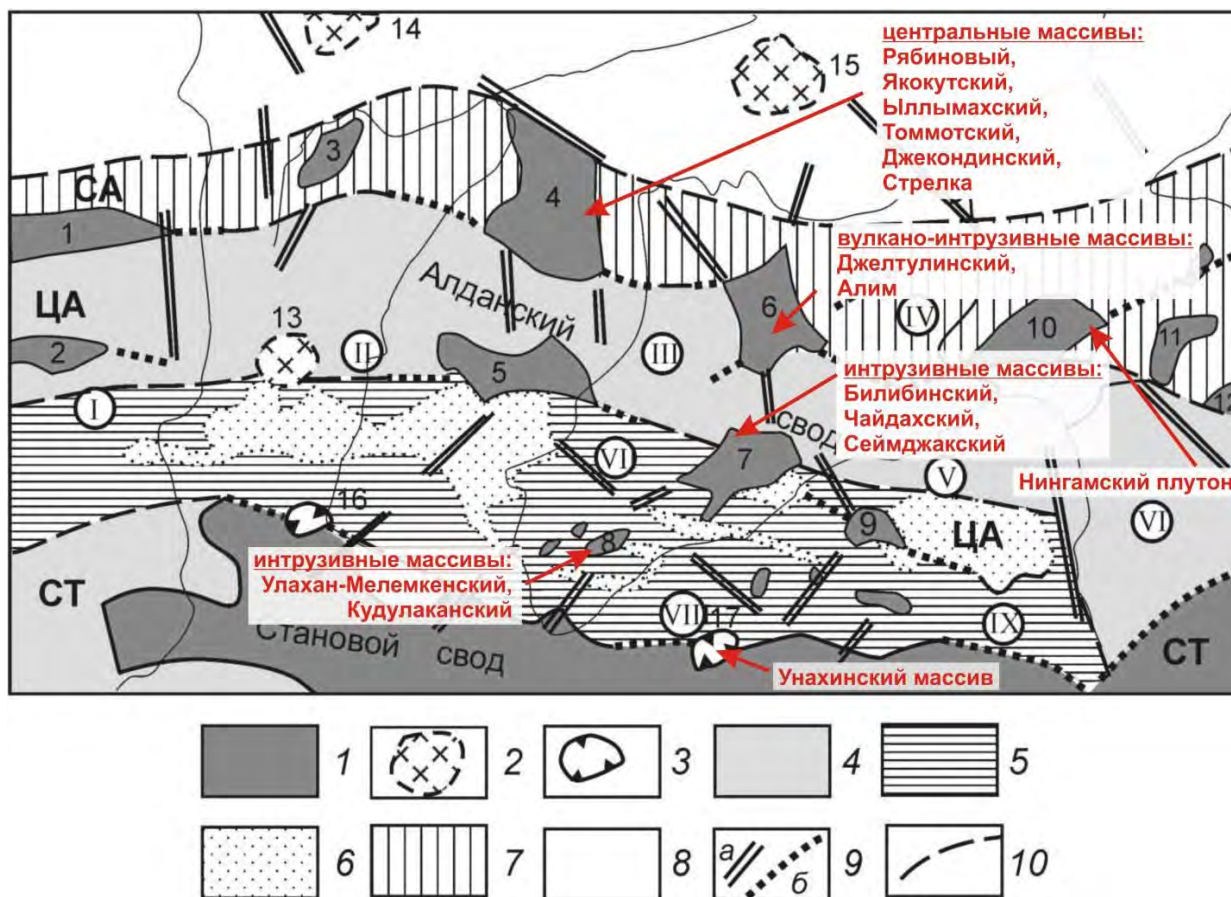


Рис. 1. Схема рудных районов Чара-Алданской металлогенической зоны Алдано-Станового щита [3, с дополнениями]

1 — рудно-магматические (золотоносные) районы Алданского щита (1 — Мурун-Соктокутский, 2 — Усинский, 3 — Верхне-Амгинский, 4 — Центрально-Алданский, 5 — Нимыро-Эвотинский, 6 — Тыркандинский, 7 — Ломамский, 8 — Гувилгринский, 9 — Алтан-Чайдахский, 10 — Кет-Капский, 11 — Юнский, 12 — Томптоканский); 2 — площади с предполагаемым «слепым» мезозойским магматизмом и оруденением (13 — Ярогинская, 14 — Толбачанская, 15 — Кумахинская); 3 — золотоносные районы Северо-Станового краевого шва (16 — Кабактанский, 17 — Сутамский); 4 — сводовые поднятия мезозоя; 5 — межсводовая зона мезозойских депрессий; 6 — площади юрских терригенных отложений Южно-Якутской впадины; 7 — зона ступенчато-флексурных дислокаций, отграничивающая Алданский щит от платформы; 8 — моноклиальная структура платформы (северный склон Алданской антеклизы); 9 — магмоконтролирующие разрывы: *a* — древние межглыбовые швы, активизированные в мезозое, *б* — сопряженные со сводами; 10 — предполагаемые границы между геологическими структурами; римские цифры в кружках — жесткие массивы, блоки (I — Чаро-Каларский, II — Алданский, III — Тимптонский, IV — Суннагинский, V — Гонамо-Идюмский, VI — Хайканский, VII — Мелемкенский, VIII — Сутамский, IX — Токинский); магматические пояса: СТ — Становой, ЦА — Центрально-Алданский, СА — Северо-Алданский. Красным цветом указываются крупные массивы, содержащие месторождения и рудопроявления золото-медно-порфировой формации

К настоящему времени, только на территории Южной Якутии, в пределах АСЦ, выделено 57 объектов прогнозной оценки меди в 11 рудных районах [Ветлужских, 2003]. Известные и потенциально меденосные проявления, участки, и перспективные площади с оруденением золото-медно-порфировой формации составляют наиболее многочисленную группу объектов прогноза АСЦ. Наиболее изучены месторождения и проявления медно-порфировой формации Центрально-Алданского рудного района (г. Рудная, Самолазовское, Гарбузинское, Рябиновое и др.), локализованные в вулcano-

плутонических массивах центрального типа: Рябиновом, Якокутском, Ыллымахском, Томмотском, Джекондинском, Стрелка. Однако интерес представляют и другие золоторудные районы на перспективность золото-медно-порфирового оруденения, особенно которые содержат эпитермальное золото-серебро-теллуговое оруденение, проявившееся в заключительный этап формирования рудно-магматических систем.

На рис. 2 приводятся результаты лабораторных анализов отобранных образцов [3] для трех наиболее изученных районов.

Графики отображают тождественность пород указанных районов, а полученные данные сопоставимы с активноокраинной геодинамической обстановкой их формирования и коллизионного воздымания.

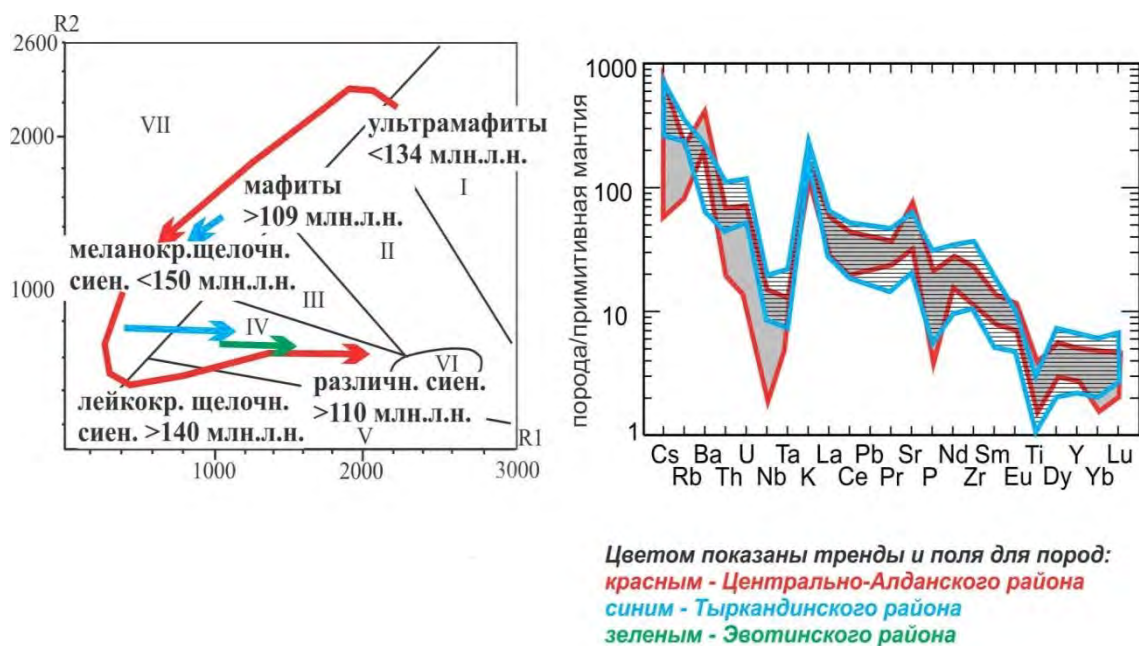


Рис. 2. Особенности состава пород Центрально-Алданского, Тыркандинского и Эвотинского районов [3]. Диаграмма слева $R1=4Si-11(Na+K)$; $R2=6Ca+2Mg+Al$ (Batchelor and Bowden, 1985), составы пород: I – производных мантийных магм, II – доплитной коллизии, III – постколлизионного воздымания, IV - позднеорогенного, V - орогенного, VI - синколлизионного этапов развития территории, VII - дифференциации щелочных магм. Диаграмма справа нормирование содержаний элементов произведено согласно (Sun S.S., Mc Donough W.F., 1989)

Таким образом можно отметить большую сходимость составов пород, геодинамического развития и минерагенического строения Андской активной окраины и АСЩ и, следовательно, большие перспективы последней на выявление крупных промышленных объектов меднопорфирового семейства.

Список литературы:

1. Ветлужских В. Г. Геотектоника и металлогения эпохи мезозойской тектономагматической активизации Алдано-Станового щита [Электронный ресурс] / В. Г. Ветлужских // Тектоника, геодинамика и магматизм. – 2010. – С. 12-17. – Электрон. версия печат. публ. – Режим доступа: <http://geokniga.org/books/6687>
2. Короновский Н. В. Магматизм как индикатор геодинамических обстановок: учебное пособие / Н. В. Короновский, Л. И. Демина. – М.: КДУ, 2011. – 234 с.: табл., ил.

3. Кравченко А. А. Особенности состава и возраст формирования мезозойских интрузий Тыркандинского рудного района Алдано-Станового щита / А. А. Кравченко, А. И. Иванов, И. Р. Прокопьев, А. И. Зайцев, Е. Е. Бикбаева // Отечественная геология. – 2014. - № 5. – С. 43-52

4. Минерагения. В 5 книгах [Кн. 1] / ред.: Б. А. Блюман, Л. И. Красный, О. В. Петров, А. Ф. Морозов. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2008. – 364 с.: ил.

Изучение влияния совместной активации сверхвысокомолекулярного полиэтилена и углеродных волокон на эксплуатационные свойства ПКМ

*Колесова Е.С., аспирант,
Институт проблем нефти и газа СО РАН,
г. Якутск
E-mail: lenok27294@mail.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., с.н.с. Гоголева О.В.*

Аннотация. В данной работе представлены результаты исследований механических и триботехнических свойств, а также структуры композитов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена и модифицированных углеродных волокон марки «Белум». Показано, что технологический прием смешения компонентов с использованием совместной механической активации позволяет в значительной степени повысить уровень физико-механических и триботехнических свойств композитов. Разработаны новые материалы триботехнического назначения и способы их получения.

Ключевые слова: скорость массового изнашивания, коэффициент трения, полимерные композитные материалы (ПКМ), сверхвысокомолекулярный полиэтилен, матрица, надмолекулярная структура, углеродные волокна, физико-механические свойства, механическая активация.

Введение. В настоящее время одной из основных задач в полимерной трибологии является проблема повышения износостойкости и понижения коэффициента трения композиционных материалов. Перспективным способом создания материалов триботехнического назначения является армирование полимерных матриц углеродными волокнами, т.к. они обладают уникальными свойствами.

СВМПЭ обладает низким коэффициентом трения, повышенной прочностью, химической стойкостью и стойкостью к растрескиванию, что предполагает его использование в качестве матрицы для изготовления высокопрочных технических изделий [1-3].

Объекты и методы исследований. В качестве полимерной матрицы использовали СВМПЭ марки Gur-4150 с молекулярной массой 9,2 млн, плотностью 0,95 г/см³, представляющий собой рассыпчатый порошок белого цвета без видимых включений.

В качестве наполнителя полимерной матрицы использовали модифицированные углеродные волокна марки «Белум», производства ОАО «Светлогорск Химволокно»

(Беларусь). «Белум» – это УВ марки ЛО-1-12Н/40, на поверхность которых методом плазмохимической обработки нанесен слой фторорганических соединений.

Экспериментальные исследования проводили на образцах полимерных материалов и ПКМ в виде прессованных деталей. Предел прочности при растяжении, относительное удлинение при разрыве, модуль упругости определяли по ГОСТ 11262-80 на испытательной машине «UTS-20К».

Триботехнические характеристики (коэффициент трения, скорость линейного и массового изнашивания ПКМ) определяли на универсальном трибометре ИИ-5018 (ГОСТ 11629-75) по схеме «палец-вал». Режим трения: нагрузки 200 Н, линейная скорость скольжения 0,5 м/с. Время испытаний – 3 часа.

Изучение надмолекулярной структуры полимеров и ПКМ в объеме образцов осуществляли на растровом электронном микроскопе JSM-6480 LV «JEOL». Хрупкие сколы получали в жидком азоте.

Наполнители вводили в полимерную матрицу в количестве от 1 до 10 мас.%, при этом установлено, что оптимальными свойствами обладают композиты с содержанием УВ в количестве 5 мас.% [4]. В связи с этим, в дальнейшем сравнение влияния различных технологических приемов получения композитов приведено на композитах с содержанием 5 мас.% УВ марки «Белум» (табл. 1).

Таблица 1

Физико-механические и триботехнические характеристики композитов на основе СВМПЭ и углеродных волокон

Исследуемый материал	$\varepsilon_p, \%$	$\sigma_p, \text{МПа}$	$E_m, \text{МПа}$	$\sigma_{сж}$ при 25% деформации, МПа
СВМПЭ (GUR-4150)	280	36,0	810	34,6
СВМПЭ+5мас.% Белум (л/см)	290	36,0	863	42,1
СВМПЭ+5мас.% Белум (с/акт)	274	41,2	920	39,2

Примечание: ε – относительное удлинение при разрыве; σ_p – предел прочности при растяжении; E – модуль упругости; $\sigma_{сж}$ – прочность при сжатии.

Установлено, что использование технологии совместной механоактивации компонентов приводит к повышению прочностных показателей на 12% и модуля упругости на 6-12% по сравнению с исходным полимером и композитом, полученным простым смешением, при сохранении эластичности ПКМ на уровне исходного полимера.

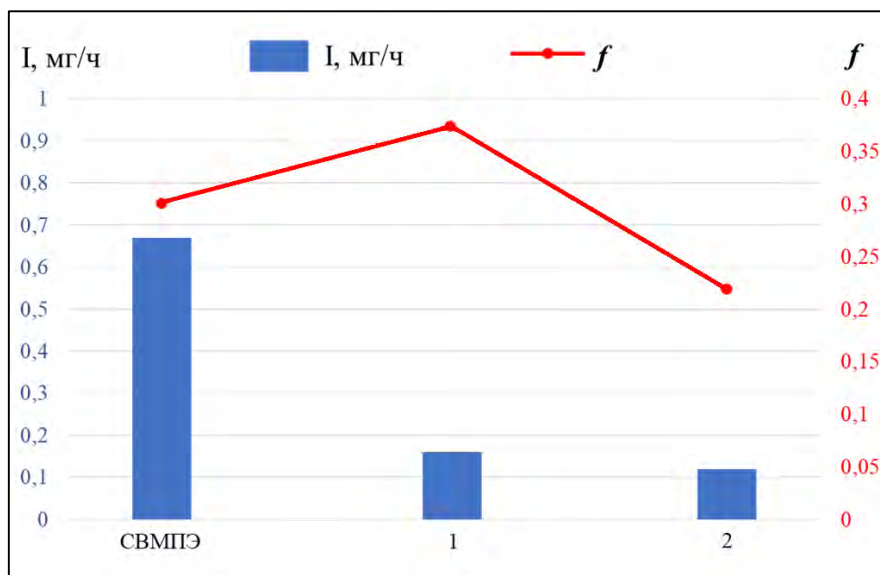


Рис. 1. Зависимость скорости массового изнашивания и коэффициента трения от способа получения ПКМ: 1) СВМПЭ+5 мас. % Белум (простое смешивание); 2) СВМПЭ+5 мас.% Белум (совместная активация)

Как видно из рис. 1, наблюдается снижение скорости массового изнашивания в 5,5 раз в случае применения способа совместной механоактивации компонентов композита по сравнению с исходным СВМПЭ. Установлено увеличение износостойкости в 1,3 раз по сравнению со свойствами композита, полученного стандартным методом. Коэффициент трения уменьшается до 1,5 раз по сравнению с исходным СВМПЭ. Видимо, применение данного приема обработки компонентов приводит к структурной перестройке макромолекул в поверхностных слоях полимера, что обуславливает увеличение износостойкости композитов. Снижение коэффициента трения композитов можно объяснить уникальным трибологическим свойством углеродных волокон, выступающих в роли твёрдой смазки.

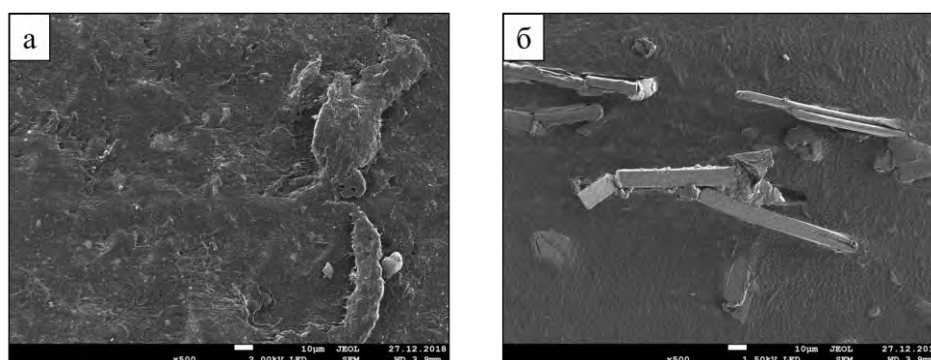


Рис. 2. Надмолекулярная структура поверхности трения: а) исходного СВМПЭ (x500); б) СВМПЭ+5 мас. % Белум (совместная активация) (x500)

На рис. 2, б отчетливо видно, что истиранию подвергается углеродное волокно. Это дает основания полагать, что при трении ПКМ о стальное контртело области фрикционного контакта дислоцируются по местам расположения углеродных волокон, которые, будучи более прочными и твердыми по сравнению с полимерной матрицей,

препятствуют трибодеструктивным процессам материала, тем самым снижая скорость изнашивания ПКМ.

Заключение. Разработаны технологические приемы совмещения полимера с углеродными волокнами, основанные на применение метода совместной механоактивации компонентов композита для получения прочных и износостойких композитов на основе СВМПЭ.

Показано, что применение совместной активации компонентов смеси приводит к снижению скорости массового изнашивания до 5,5 раза по сравнению с исходным полимером, при снижении коэффициента трения. Скорость массового изнашивания по сравнению со свойствами композита, полученным стандартным смешением, снижается в 1,3 раза. При этом наблюдается увеличение прочности композитов по сравнению с композитом, полученным стандартной технологией.

Разработаны ПКМ триботехнического назначения с повышенной прочностью, износостойкостью и низким коэффициентом трения.

Список литературы:

1. Данилова С. Н., Охлопкова А. А., Гаврильева А. А., Охлопкова Т. А., Борисова Р. В., Дьяконов А. А. Износостойкие полимерные композиционные материалы с улучшенным межфазовым взаимодействием в системе «полимер – волокно» // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. – 2016. – № 5 (55). – С. 80-92.

2. Аммосова О. А., Аргунова А. Г., Ботвин Г. В. и др. Модифицированные полимерные и композиционные материалы для северных условий / Изд-во СО РАН, 2017. – 217 с.

3. Петухова Е. С. Полиэтиленовые композиты с поверхностно-обработанными базальтовыми и углеродными волокнами // Вопросы материаловедения. – 2017. – № 3 (91). – С. 148-156.

4. Гоголева О. В., Петрова П. Н., Колесова Е. С. Исследование влияния углеродных волокон на свойства и структуру композитов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена // Труды VIII Евразийского симпозиума по проблемам прочности материалов и машин для регионов холодного климата EURASTRENCOLD. – 2018. – Т. II. – С. 101-108.

Управление температурным режимом грунтов подземного криохранилище семян растений

Куваев В.А., м.н.с.

Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН

Якутск,

e-mail:vak-89@bk.ru

Научный руководитель:

д.т.н., Кузьмин Г.П.

Наиболее распространенным способом длительного сохранения генофонда растений является хранение семян в условиях малой влажности и относительно низких

отрицательных температур. Первое условие выполняется высушиванием семян и хранением их в герметичных сосудах [1]. Необходимый температурный режим в существующих в ряде стран криохранилищах достигается с помощью охлаждающих установок или с частичным использованием естественного холода [2]. В г. Якутске построено федеральное криохранилище семян на 100 тысяч образцов, в котором температурный режим впервые в мире обеспечивается за счет использования естественных криогенных ресурсов. Так как температура вмещающих многолетнемерзлых грунтов (минус 1,4⁰С) значительно выше температуры хранения семян (минус (6...10)⁰С), криохранилище нужно охлаждать круглогодично. Для этого оно оборудовано двумя воздушными охлаждающими устройствами конвективного действия [3, с. 140-144]. Охлаждающие каналы для управления температурным режимом в холодное время года проложены за крепью основной камеры, а в теплое время года – в основании слоя сезонного оттаивания. Место расположения каналов для летнего охлаждения криохранилища определено, исходя из закономерности распространения температурных волн в мерзлых грунтах, выражаемой зависимостью [4]

$$\tau = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{CT}{\pi\lambda}} z, \quad (1)$$

где τ – продолжительность запаздывания (сдвиг фаз); T – период колебаний (1 год); C – объемная теплоемкость грунтов; λ – коэффициент теплопроводности грунтов; z – глубина.

При заданном значении времени запаздывания температурных волн, принимаемого равным продолжительности работы охлаждающего устройства, по формуле (1) определяется оптимальная глубина заложения криохранилища. При этом продолжительность работы охлаждающего устройства должна быть не меньше длительности теплого периода года. Глубина расположения криохранилища в г. Якутске, оборудованного в подземной лаборатории Института мерзлотоведения СО РАН, почти соответствует расчетной глубине заложения. Эксплуатация криохранилища в течение 5 лет показала надежность разработанного способа управления температурным режимом.

Список литературы:

1. Кершенгольц Б.М., Жимулев И.Ф., Гончаров Н.П., Чжан Р.В., Филиппова Г.В., Шеин А.А., Прокопьев И.А. Сохранение генофонда растений в условиях многолетней мерзлоты: состояние, преимущества, перспективы // Вавиловский журнал генетики и селекции, 2012. Т.16, № 3, с.675-682 .
2. Чжан Р.В., Кершенгольц Б.М., Кузьмин Г.П., Ремигайло П.А. Федеральное криохранилище генофонда растений в условиях многолетнемерзлых пород на Северо-Востоке Евразии// Межотраслевой альманах «Деловая Слава России». №3 (36). 2012, с. 47-49.
3. Кузьмин Г.П. Подземные сооружения в криолитозоне. - Новосибирск: Наука, 2002. 176 с.
4. Мерзлотоведение (краткий курс). Под редакцией В.А. Кудрявцева. – М., Изд-во Моск. ун-та, 1981, 240 с.

Биологическая очистка нефтезагрязненных почв на территории нефтебазы и оценка ее эффективности

*Легантьева В.А., студент,
Северо-Восточный федеральный университет,
г. Якутск
E-mail: veralegantyeva@mail.ru*

*Попова Н.И., аспирант,
Институт проблем нефти и газа СО РАН,
г. Якутск
E-mail: n.i.neustroeva@mail.ru*

*Научный руководитель:
к.х.н., ведущий научный сотрудник
Института проблем нефти и газа СО РАН
Глянцева Ю.С.*

На территории Республики Саха (Якутия) сосредоточены крупные месторождения нефти и газа. В рамках энергетической стратегии республики на период до 2030 г. планируется создание нефтеперерабатывающей промышленности [1, стр.35]. На сегодняшний день для обеспечения жизнедеятельности населения и предприятий республики завоз нефтепродуктов (НП) осуществляется из других регионов. В условиях Крайнего Севера при эксплуатации объектов нефтедобычи и нефтепродуктообеспечения повышается риск возникновения различного рода разливов, утечек и возможных крупномасштабных аварий. В Республике, по данным Министерства охраны природы РС (Я), за последние 9 лет количество разливов нефти и НП составило более 230 случаев [2, стр. 37].

Разработка технологий биоремедиации нефтезагрязненных почв относится к области актуальных научных исследований. Для того чтобы разработать наиболее эффективный для условий Крайнего Севера способ биоремедиации, необходимо знать источник загрязнения, тип загрязнителя, его химический состав, особенности трансформации нефтезагрязнения в природно-климатических условиях Якутии. Только при выявлении направленных изменений в составе загрязнения появляются аргументы, позволяющие оценить качество биоремедиационных работ и эффективность применяемых биопрепаратов.

В статье приведены экспериментальные данные по изучению деградации нефтезагрязнения в процессе биологической очистки почв, загрязненных дизельным топливом. По результатам детального изучения химического состава нефтезагрязнения и его изменению проведена оценка эффективности биологической рекультивации.

Объектом исследования послужили пробы почв, загрязненных дизельным топливом в результате разлива на территории нефтесклада, расположенного на территории Республики Саха (Якутия). На загрязненном участке был проведен эксперимент по биологической очистке почв с помощью биопрепарата на основе углеродородокисляющих микроорганизмов, разработанного в Институте проблем нефти и газа СО РАН. Для этого в районе разлива дизельного топлива на территории

нефтесклада были заложены экспериментальные участки. Пробы почв с экспериментальных участков отбирались дважды – до очистки (в начале июня) и через 2,5 месяца после очистки (в августе).

Для характеристики изменения состава нефтезагрязнения в процессе биологической очистки был использован комплекс физико-химических методов анализа. Содержание НП в почвах определяли методом холодной хлороформенной экстракции. Далее почвенные экстракты изучали методом ИК-Фурье спектроскопии и жидкостно-адсорбционной хроматографии [3, стр.116].

Содержание НП в исходных загрязненных пробах почв составило от 23887 мг/кг до 120112 мг/кг (табл. 1). Согласно классификации Гольдберга, уровень загрязнения проб характеризуется как высокий и очень высокий [4, стр. 94]. Разброс в значениях содержания НП и неравномерность распределения загрязнения обусловлены рядом причин, основными из которых является удаленность от источника загрязнения и неоднородный характер рельефа местности.

Во всех пробах, отобранных через 2,5 месяца после внесения биопрепарата, наблюдается динамика деградации нефтезагрязнения, что подтверждается уменьшением остаточного содержания НП. Степень деструкции, которая рассчитывалась по формуле (1), составила от 36 до 94% (табл. 1).

$$K_{\text{дестр.}} = \frac{C_{\text{НП(исх)}} - C_{\text{НП(кон)}}}{C_{\text{НП(исх)}}} * 100\% \quad (1)$$

где $K_{\text{дестр.}}$ – степень деструкции; $C_{\text{НП(исх)}}$ – исходная концентрация НП (в июне); $C_{\text{НП(кон)}}$ – конечная концентрация НП (в августе).

Таблица 1

Геохимическая характеристика почвенных проб

№ эксперим. уч-ка	Время отбора проб	С _{НП} , мг/кг	Групповой компонентный состав, %			К _{дестр.} %
			УВ	сумма смол	асфальтены	
Т1	июнь	67528	89,5	7,44	3,06	94,4
	август	3804	6,78	58,9	34,33	
Т2	июнь	67043	88,77	8,44	2,79	94,3
	август	3812	8,31	52,7	39	
Т3	июнь	23887	92,88	6,29	0,83	76,1
	август	5699	53,02	29,7	17,25	
Т4	июнь	32148	79,31	11,8	8,91	51,8
	август	15485	72,45	18,6	8,93	
Т5	июнь	24533	86,98	9,75	3,27	44,2
	август	13677	70,5	20,3	9,25	
Т6	июнь	70495	92,46	5,64	1,9	91,5
	август	5979	69,37	21,1	9,51	
Т7	июнь	12012	93,79	4,74	1,47	35,9
	август	7026	88,91	8,17	2,92	

Снижение концентрации НП сопровождалось изменением структурно-группового состава почвенных экстрактов. В исходных пробах ИК-спектры однотипны вне зависимости от содержания НП, а их характер однозначно указывает на

нефтезагрязнение. Это выражается в низкой роли кислородсодержащих групп и связей и присутствии большого количества нефтяных углеводородов (УВ). На рисунке 1а представлен ИК-спектр, типичный для нефтезагрязненной почвы.

Характер ИК-спектра пробы с контрольной площадки Т1, где была установлена максимальная степень деструкции 94%, через 2,5 месяца после очистки изменился – в спектре появились интенсивные полосы поглощения (п.п.) в области 1700-1740 см^{-1} , что указывает на высокое количество карбонильных групп, эфирных связей (п.п. 1170 см^{-1}) и гидроксильных групп (п.п. 3400 см^{-1}) (рис. 1б). По химическому составу данная проба характеризуется как фоновая и не несет в своем составе признаков нефтезагрязнения.

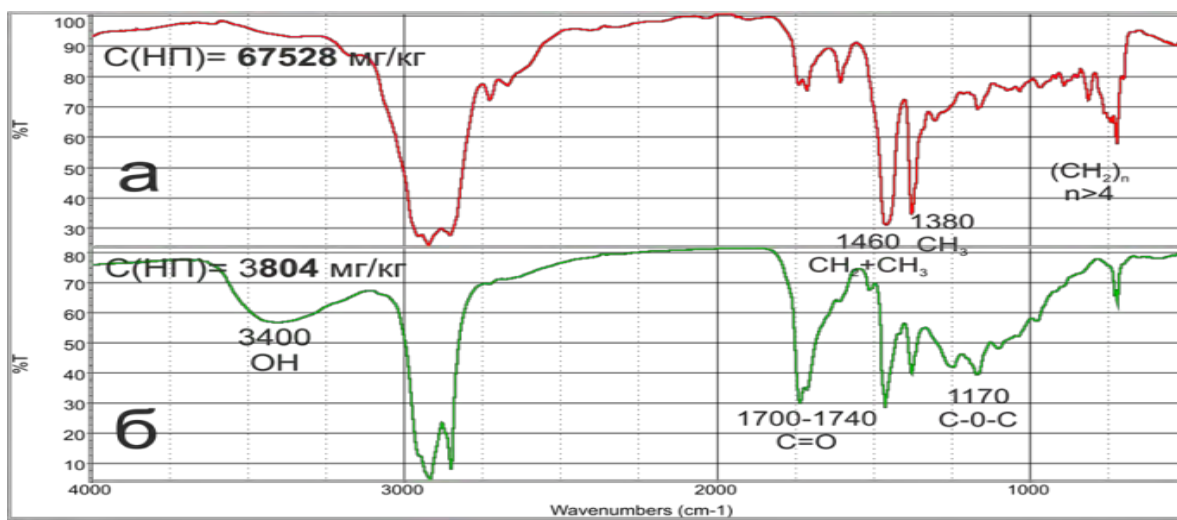


Рис. 1. ИК-спектры ХБ проб почв с контрольной площадки Т1 до (а) и после (б) проведения биологической очистки

Изменения в составе почвенных экстрактов установлены и на других контрольных площадках, но с меньшей степенью деструкции. Так, например, в химическом составе пробы с контрольной площадки Т5, для которой степень деструкции составила 44,3%, ещё обнаруживаются следы остаточного загрязнения, на что указывает п.п. ароматических УВ (1600 см^{-1}) (рис. 2б). Но, в целом, в ИК-спектре этой пробы присутствуют интенсивные п.п. кислородсодержащих групп и связей, что указывает на протекавшие процессы химического и биологического окисления нефтяных УВ в направлении их деградации.

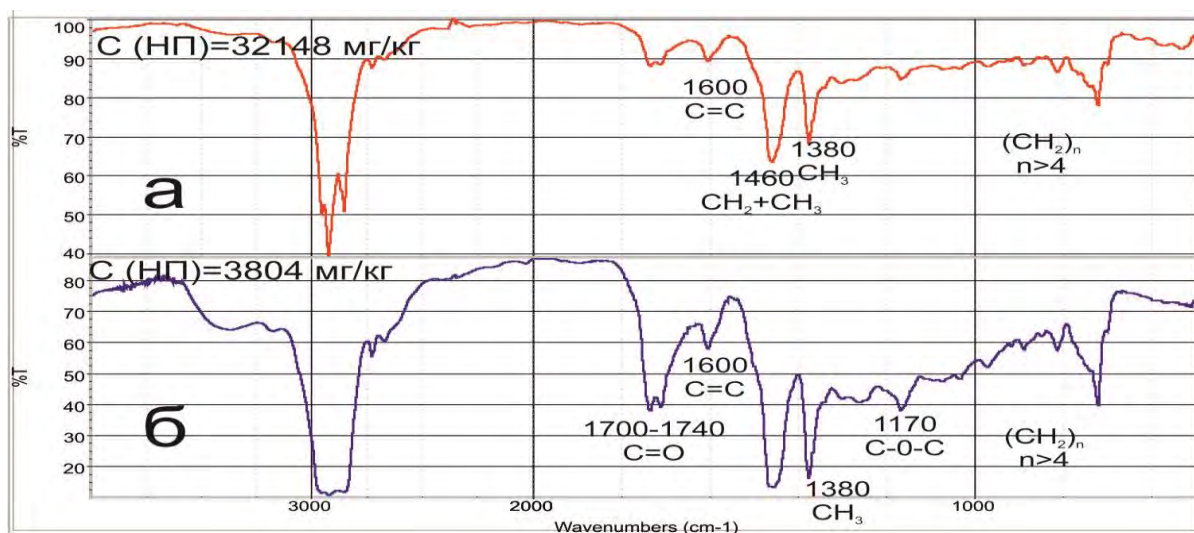


Рис. 2. ИК-спектры ХБ проб почв с контрольной площадки Т5 до (а) и после (б) проведения биологической очистки

В групповом компонентном составе в пробах площадок Т1, Т2, Т3 через 2,5 месяца после очистки значительно уменьшилось содержание углеводородных компонентов и увеличилось содержание смол и асфальтенов (табл. 1). В пробах с остальных площадок наблюдается такая же тенденция, но изменения в групповом составе менее выражены.

Установленные изменения в химическом составе почвенных проб после биологической очистки в направлении уменьшения роли нефтяных УВ, изменении характера их распределения и увеличения доли кислородсодержащих соединений указывают на интенсивно протекающие процессы биодegradации нефтезагрязнения. При этом некоторые участки нефтесклада продолжают находиться под остаточным воздействием нефтезагрязнения – это контрольные площадки Т4-Т7, что указывает на необходимость повторной обработки почв биопрепаратами.

В целом, на контрольных площадках участка, где проводились работы по биологической очистке нарушенных земель, степень деструкции нефтезагрязнения составила от 44 до 94%, что свидетельствует об эффективности проведенных мероприятий. Наибольшая эффективность биологической очистки почв установлена на площадках Т1-Т3. По данным химического состава в пробах с этих площадок отсутствуют признаки нефтяного загрязнения, т.е. состояние почв соответствуют природному фону. Всё это указывает на значительную дegradацию нефтезагрязнения и свидетельствует о высокой эффективности проводимых рекультивационных работ с использованием биопрепарата для очистки загрязненных почв.

Список литературы:

1. Петров Н.А., Ефимов В.М., Алексеев Н.Н., Ситников В.С. Состояние и основные задачи инновационного развития нефтегазового комплекса Республики Саха (Якутия) // Наука и образование. – 2012. – № 1. – С. 35-39.
2. Доклад об экологической ситуации Республики Саха (Якутии) за 2016 год / Официальный информационный портал Республики Саха (Якутия) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minpriroda.sakha.gov.ru/doklady-o-sostojanii-okruzhajuschej-sredy> (дата обращения: 06.05.2018).

3. Глянцева Ю.С., Чалая О.Н., Лифшиц С.Х., Зуева И.Н. Мониторинг состояния нефтезагрязненных почв криолитозоны // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Т. XXIX. – № 4. – С. 111-128.

4. Гольдберг В.М., Зверев В.П., Арбузов А.И. и др. Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия. – М.: Недра, 2001. – 94 с.

Совершенствование способа подземного кучного выщелачивания россыпного золота месторождении р. Памятка Амурская область

*Лещева О.П., студент,
Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,
г. Нерюнгри
E-mail: Lesichka_malis@mail.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент Рочев В.Ф.*

В настоящее время во многих случаях выборочная отработка наиболее богатых участков месторождений уже становится невозможной. В связи с наблюдаемой в последние годы тенденцией к уменьшению содержания металлов в рудах все большее значение приобретает промышленное освоение новых сырьевых источников, в том числе некондиционных руд различных генетических и промышленных типов. Одним из эффективных перспективных методов переработки такого сырья является геотехнологический (кучное, подземное выщелачивание металлов из руд) благодаря простоте, низким капитальным и эксплуатационным затратам, менее сложной системе природоохранных мероприятий.

Подземное выщелачивание – химический способ добычи полезных компонентов с помощью раствора реагента без извлечения руды на поверхность. Принцип данного метода состоит в следующем, проницаемые рудные тел месторождения вскрывается системой скважин, располагаемых (в плане) рядами, многоугольниками, кольцами. В скважины подают растворитель, который, фильтруясь по пласту, выщелачивает полезные компоненты. Продуктивный раствор откачивается через другие скважины (рис 1).

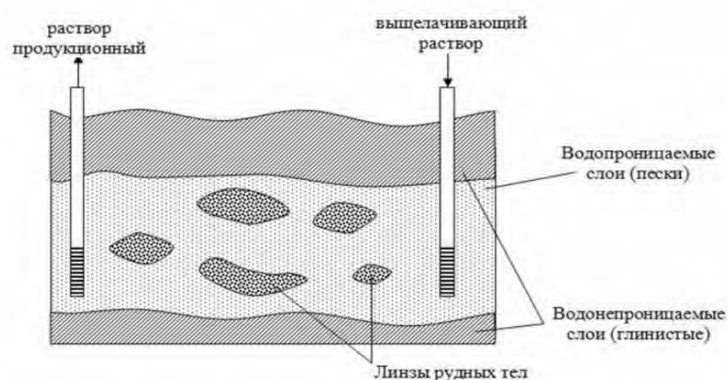


Рис. 1. Принцип подземного выщелачивания

В качестве исследуемого объекта было рассмотрено 10 месторождений, оказалось, что наиболее целесообразно использовать метод подземного выщелачивания на месторождении россыпного золота р. Памятка.

Месторождение россыпного золота бассейна руч. Памятный, левого притока р. Хайкта, расположено в Тындинском административном районе Амурской области, в 6 км юго-восточнее золоторудного месторождения Березитовое.

Климат района резко континентальный с продолжительной зимой и коротким летом, что обуславливает повсеместное развитие многолетней мерзлоты.

Вдоль руч. Памятный были пройдены 8 буровых линий, по результатам которой установлены категории запасов россыпного золота - С1 и С1зб.

По разведочным данным мощность рыхлых отложений на площади проведенных геологоразведочных работ колеблется от 2,0 до 4,4-4,6 м.

Усредненный литологический разрез аллювия в пределах пройденных буровых линий представлен в таблице 1.

Таблица 1

Усредненный литологический разрез

№	Вид слоя	Мощность слоя, м
1	Почвенно-растительный	от 0 до 0,1
2	Галечно - гравийно-песчаные отложения с валунами размером до 0.4 м и глинистой примазкой	от 0,1 до 4,6
3	Щебнистые галечники с глиной, гравием, песком (плотиковый аллювий)	от 0,2 до 1,0

Перед началом проведения лабораторных исследований создаем макеты участка с использованием грунтов привезенных непосредственно с данного месторождения. После сформированные участки замораживаем при температуре -35°C , затем размораживаем до температуры -3°C . Данные действия применяются для приближения модельных образцов к естественным температурным показателям в нашем регионе.

В качестве растворителей применяем растворы хлорки, тиосульфата и гипосульфата.

За первый реагент берем раствор $\text{Ca}(\text{Cl})\text{OCl}$ (хлорки) и подаем в одну скважину на 3х макетах 300 мл раствора оставляем на 30, 60 и 90 минут соответственно. С помощью насоса откачиваем раствор с вторых скважин, выполняем разрез с извлечением меди. Производим визуальную оценку реакции и взвешиваем образец для получения данных. Повторяем опыт с применением в качестве раствора тиосульфата, а затем гипосульфата при тех же концентрациях и временем. Данные полученные при оценке реакции приведены в таблице 2.

Таблица 2

Растворения меди по экспериментальным исследованиям

Время протекания реакции, мин.	Потери массы в результате растворения, г		
	$\text{Ca}(\text{Cl})\text{OCl}$	Тиосульфат	Гипосульфат
30	0	0	0,009
60	0	0	0,03
90	0	0	0,072
Итого	0	0	0,111

Из полученных данных видим, что при использовании раствора тиосульфата и хлорки выщелачивание не происходило. При использовании гипосульфата потери массы при выщелачивании увеличивались с течением времени. Исходя из этих значений рассчитали скорость протекания реакции, в результате чего наблюдаем увеличение скорости протекания реакции с изменением времени (таблица 3). Данное явление описывается в графике зависимости скорости реакции от времени (рис. 2).

Таблица 3

Значения скорости протекания реакции каждого раствора за единицу времени

Время протекания реакции, мин.	Скорость протекания реакции г/мин		
	Ca(Cl)OCl	Тиосульфат	Гипосульфат
30	0	0	0,0003
60	0	0	0,0005
90	0	0	0,0008

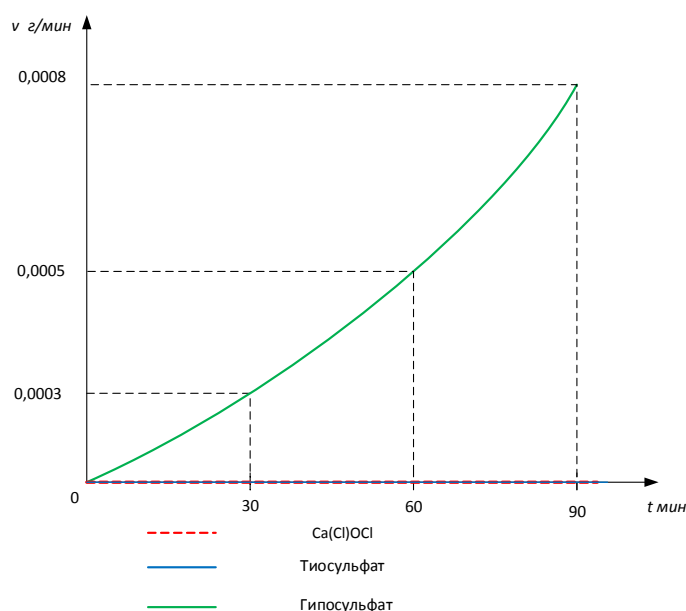


Рис. 2. График зависимости скорости протекания реакции от времени.

Данные реагенты были выбраны так как являются экологически чистыми и не превышают ПДК.

В результате проведенных экспериментальных исследований было получено, что при одинаковой концентрации различных растворов наиболее эффективное растворение происходит при применении гипосульфата.

Проблемы устойчивости автомобильных дорог в криолитозоне

*Литовко А.В., н.с.
Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН
Якутск,
E-mail: Lav_84@mail.ru.*

*Научный руководитель:
д.т.н., Шестернев Д.М.*

В настоящее время практически на всех автомобильных дорогах федерального значения (ФАД) происходит увеличение интенсивности движения транспортных средств, в потоке которых доля большегрузных автомобилей с осевыми нагрузками, превышающими допустимые, существенно возросла. Это приводит к разрушению дорожных покрытий, выходу из строя искусственных сооружений, непредсказуемо сокращает межремонтные сроки. Кроме того, в криолитозоне, в условиях изменений климата и инженерно-геологических условий в процессе строительства автодорог, в настоящее время отмечается активизация существовавших ранее и возникновение новых гидротермических криогенных процессов. Наиболее опасными из них для ФАД являются пучение, осадки и наледообразование. На участках их развития повсеместно отмечаются недопустимые деформации оснований и земляного полотна ФАД, разрушаются асфальтобетонные покрытия и искусственные сооружения, выходят из строя инженерные конструкции, обеспечивающие эффективное функционирование автомобильных дорог [1].

Проблемы регулирования мерзлотными процессами являются ключевыми практически во всех направлениях развития геокриологических наук. Впервые они были обобщены и получили дальнейшее развитие в классификационной схеме приемов управления мерзлотным процессом В.А. Кудрявцевым и Э.Д. Ершовым [2, 7]. В них, с учетом факторов, используемых, для преобразования направленности развития криогенных процессов выделены 4-группы приемов:

1. Приемы, изменяющие внешний теплообмен.
2. Приемы, регулирующие теплообмен в грунте посредством преобразования состава и свойств мелиорируемых пород.
3. Приемы, изменяющие температурный режим и тепловое состояние мелиорируемых пород посредством использования дополнительных источников и стоков тепла.
4. Приемов, регулирующих температурные условия в породах, залегающих ниже мелиорируемого слоя.

Решение перечисленных приёмов невозможно выполнить без оценки эффективности новых технологий и материалов при строительстве и эксплуатации ФАД в реальных климатических условиях формирования и развития криолитозоны. Опыт организации и проведения, подобных опытно-экспериментальных работ в масштабах всей криолитозоны отсутствует практически во всех странах, где она существует. Как правило, эти работы выполнялись фрагментарно и были направлены на решение конкретных задач на аварийных участках автомобильных дорог. Для этого использовались, преимущественно, кратковременно действующие пункты наблюдений,

преимущественно за изменением температуры грунтов (или) организовывались площадки для оценки воздействия на конструкцию автодороги какого-либо криогенного процесса.

Температурное воздействие направлено на физико-химические изменения вещественного состава грунтов, формирование допредельных и предельных значений напряжено-деформированного состояния дорожных покрытий. В первом случае разрушения дорожных покрытий идет по мелкофрагментарному типу, но приобретает площадной характер. Во втором случае, формируется сеть морозобойных трещин, шириной до 10-15 и более см, глубиной до 1,0-1,5 м. Кроме нарушения сплошности асфальтобетонного покрытия в этом случае, активизируются физико-механические и физико-химические процессы трансформации состава, строения и свойств грунтов земляного полотна. Наблюдения, выполненные сотрудниками института мерзлотоведения за кинетикой температурного воздействия на асфальтобетонное покрытие ФАД «Амур», уложенное в 2010 г, показало, что уже через 2 года, решетки морозобойного растрескивания сформировались практически на участках, составляющих до 30% протяженности ФАД.

Наряду с этим становится очевидным и то, что изменяется гранулометрический состав грунтов земляного полотна в сторону увеличения их дисперсности. Это обусловлено интенсивным разрушением щебенисто-дресвяных фракций в результате криогенного их выветривания. Известно, что трансформация состава грунтов в сторону увеличения их дисперсности, приводит к интенсификации физико-химических процессов, стимулирующих развитие знакопеременных деформаций затрудняющих, а в предельном состоянии и формирующих катастрофические ситуации на ФАД [3].

Список литературы:

1. Геокриология СССР. Средняя Сибирь. М., Недра, 1989г.
2. Ершов Э.Д. Общая геокриология. – М.: Недра, 1990, 2002г. – 450с.
3. Шестернёв Д.М. Основные принципы организации геокриологического мониторинга линейных сооружений (на примере железной дороги «Беркакит-Томмот-Якутск») /Д.М. Шестернёв// Проблемы инженерного мерзлотоведения. Материалы IX международного симпозиума 3-7 сентября 2011 г. в г. Мирном. – Якутск: Изд-во ИМЗ СО РАН, 2011. – С. 253-259.
4. Кузнецов П.Ю., Гриб Н.Н., Скоморошко Ю.Н. Горная теплофизика: учебное пособие – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018 – 126с.

Вертикальные осадки фундаментных конструкций Якутской ТЭЦ

*Лобанов А.Л., аспирант,
Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова,
г. Якутск
E-mail: art2356-1991@Yandex.ru*

*Научный руководитель:
д.т.н., с.н.с., Шестернев Д.М.*

Объектом наблюдений являются фундаменты главного корпуса ЯТЭЦ. Цель наблюдений – определение величин вертикальных перемещений фундаментных конструкций. Наблюдения за перемещениями фундаментных конструкций выполнены по существующим маркам, установленным ранее.

Контроль за деформациями фундаментов в связи с значительными изменениями теплового состояния грунтов основания Главного корпуса ЯТЭЦ, вызванных в течении длительного периода его эксплуатации рядом факторов, является крайне необходимым элементом мониторинга. На значительной части основания здания и сопредельных участков сформировались надмерзлотные техногенные талики достаточно большой мощности, соединяющиеся с водохранилищем ЯТЭЦ. Осадки при протаивании и пучении, при промерзании сезоннопромерзающего слоя значительной мощности, могут вызвать вертикальные неравномерные перемещения фундаментов и соответствующие деформации здания, и площадок оборудования.

Считается, что главный корпус ЯТЭЦ, построен с использованием грунтов в качестве основания по принципу 1, т.е. с использованием их в мерзлом состоянии в течении всего срока эксплуатации сооружения. В действительности, в одном этом здании используется оба принятых строительными нормами принципа: принцип 1 и принцип 2, с предварительным оттаиванием мерзлых грунтов основания. Заглубленное в грунте здание циркуляционной насосной станции было построено в одно время с первой очередью строительства Главного корпуса, вплотную к зданию насосной станции, вокруг него образовался мощный талик, и очевидно, фундаменты Главного корпуса были установлены в талые уплотненные грунты, и частично, в талые и мерзлые грунты. В настоящее время граница талика опустилась намного ниже подошвы фундаментов, и напряженно-деформированное состояние грунтов, в зоне влияния фундаментов, стабилизировалось.

Величины смещения марок, относительно начального положения, в преобладающем случае не выходят за пределы допустимой величины средней квадратичной ошибки, равной 2 мм, регламентируемой нормативными документами (1,3). Из 305 определений смещения, 61-ой марки, только 13 незначительно выходят за пределы допустимой ошибки, что составляет 4.3% от общего числа определений. Максимальное положительное смещение составило 4,8 мм, отрицательное (один случай) – 3,0 мм, остальные двенадцать приращений плюсовые и меньше 3,0 мм.

Вертикальные перемещения фундаментных конструкций здания и оборудования незначительны по величине, и не превышают предельно допустимые величины, регламентируемой нормативными документами. Однако наличие надмерзлотных

таликов на значительной площади основания здания, и их связи с водохранилищем, не исключают возможности в дальнейшем неравномерных деформаций фундаментов. Поэтому продолжение мониторинга деформаций фундаментов здания и оборудования ЯТЭЦ следует считать необходимым.

Список литературы:

1. ГОСТ 24846-81 Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений. М., Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2013.
2. ГОСТ 24846-81 Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений. М., 1981.
3. Измерения вертикальных сооружений и анализ устойчивости реперов. М., Недра, 1981.

Вещественный состав и специализация кор выветривания в пределах рудопроявления Контакт (Республика Гайана)

*Макаревич Т.Г.,
Томский политехнический университет
г.Томск
E-mail: MakarevichTG@outlook.com*

*Научный руководитель:
к.г.-м.н., доцент Домаренко В.А.*

Республика Гайана, как и многие другие экваториальные страны, имеющие теплый гумидный климат, характеризуется развитием мощной коры выветривания, прослеживаемой на глубину до 30-40м.

Рассматриваемый участок – зона развития коры выветривания в пределах рудопроявления «Контакт», находится на контакте гранитной интрузии и амфиболитов относящейся к комплексу Younger Granitas и формации Куюни (PR1v+s) группы Мазаруни соответственно [4]. Для участка характерно развитие мощных кор выветривания, вплоть до развития латеритов.

Материалы для проведения исследования получены в ходе работы на участке Араматта-Юг. Исходным материалом для работы послужили образцы керна скважин 1031-1033 рудопроявления Контакт, Республика Гайана, базы данных по канавам и скважинам объекта, данные по ICP MS и пробирного анализа, а также фотодокументация керна.

Изучение кор выветривания проводилось методом рентгенофазового анализа с помощью порошкового дифрактометра D2 Phaser. Это позволило выявить состав и получить приблизительную оценку соотношению составляющих компонентов.

Типовой разрез профиля коры выветривания представлен на рисунке 1. Разрез проведен по буровому профилю на участке КТ2 по скважинам 1031-1033.

Зональность коры выветривания отчетливо заметна по изменению цвета кор с изменением глубины. Исходя из фотодокументации, мы можем выделить 4 хорошо

различимые зоны: верхняя сильно ожезленная латеритная кора красно-коричневого цвета, бесструктурная глинистая кора выветривания красно-оранжевого цвета, структурная глинистая кора выветривания желто-коричневого цвета и зона развития сапролитов (Рис. 1).

По основным зонам коры выветривания были отобраны пробы для изучения минерального и химического состава. Места отбора показаны на рисунке 1. Минеральный состав коры выветривания исследовался методом РФА. Исходя из полученных результатов выполнен пересчет минерального состава на химический. Также автор использовал данные ICP полученные по данным поисковым скважинам.

Химический состав профиля коры выветривания значительно варьируется от зоны к зоне в пределах колонки. На рисунке 2 представлен усредненный химический состав для основных компонентов вынесенный на схематический профиль латеритной коры выветривания.

Как видно из рисунка 2 и 3, в латеритной и бесструктурной глинистой коре выветривания остаются наиболее устойчивые к химическому выветриванию в окислительной среде элементы такие как Fe, Al и Ti [2]. При этом обогащение верхних частей профиля железом столь велико, что происходит образование пизолитов и, зачастую, железных кирас.

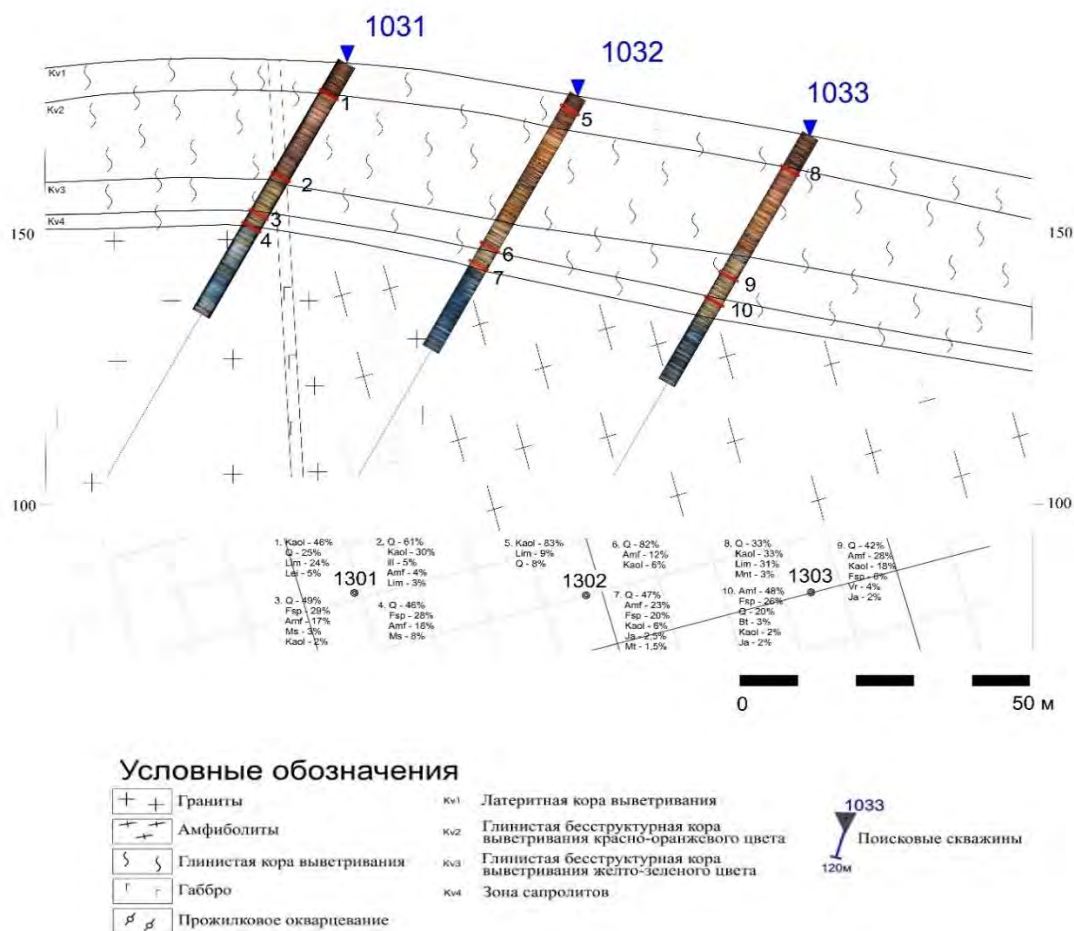


Рисунок 1 - Разрез профиля коры выветривания по буровому профилю 1301-1303

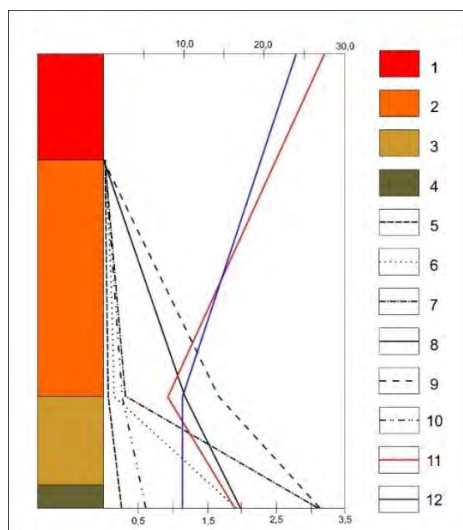


Рисунок 2 - Графики распределение основных компонентов на схематическом профиле коры выветривания. 1- верхняя сильно ожелезненная латеритная кора красно-коричневого цвета, 2 - бесструктурная глинистая кора выветривания красно-оранжевого цвета, 3 - структурная глинистая кора выветривания желто-коричневого цвета, 4 - зона развития сапролитов, 5 – Ca_2O , 6 – K_2O , 7 – Na_2O , 8 – CaO , 9 - MgO , 10 – SO_3 , 11- $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO}$, 12 – Al_2O_3

Изучение химического состава и статистическая обработка данных, полученных по результатам ICP по профилю коры выветривания, также позволило выделить корреляцию латеритной коры с такими элементами как Cu, Ga, Sc, V, Co, Cr, Mn, Pb и Zn. Однако, судя по всему, данные элементы не образуют собственных минералов.

Также при помощи факторного анализа были выявлены основные различия ассоциаций элементов в зоне развития латеритной коры выветривания, позволяющие, в случае необходимости, выделить на стадии геохимических поисков коры развитые по основным породам от тех, что развивались по кислым.

Для кор, развитых по породам основного состава, помимо присутствия повсеместно распространенных Al и Fe характерна следующая ассоциация элементов: Ni, V, Co, Cr, Sc, Cu; по кислым: Ga и Mo.

Как видно из рисунка 2 и 3, такие миграционно активные элементы как S, Ca, Na, Mg и K, характеризуют нижнюю часть профиля коры выветривания (зону развития сапролитов, структурную кору выветривания и, частично, нижнюю часть бесструктурной глинистой коры выветривания). Эти элементы начинают интенсивно вымываться кислыми водами с самого начала формирования коры и, зачастую, к верхним горизонтам полностью вымываются из породы [1, 3].

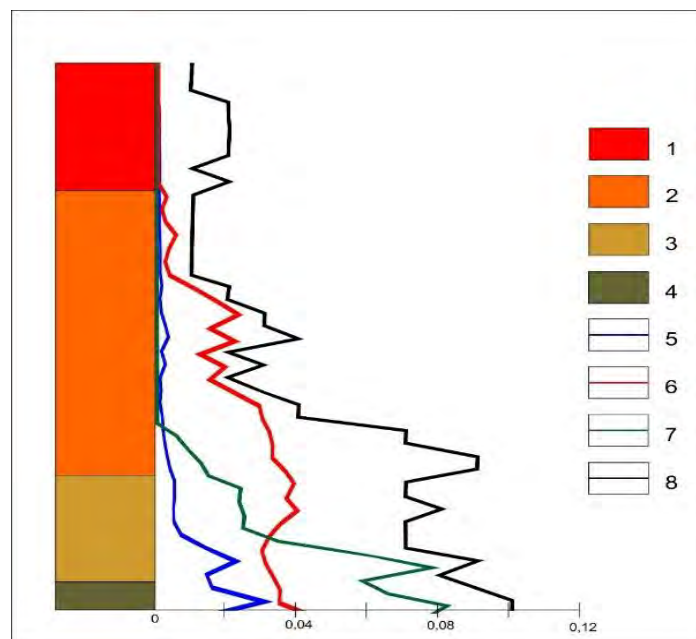


Рисунок 3 - Графики распределение Na, K, Ca и Mg в профиле коры выветривания. 1- верхняя сильно ожелезненная латеритная кора красно-коричневого цвета, 2 - бесструктурная глинистая кора выветривания красно-оранжевого цвета, 3 - структурная глинистая кора выветривания желто-коричневого цвета, 4 - зона развития сапролитов, 5 – Na, %, 6 – K, %, 7 – Ca, %, 8 – Mg, %.

Выводы:

По результатам проведенных работ можно сделать следующие выводы:

1. В толще коры выветривания рудопроявления Контакт отчетливо выделяются 4 зоны коры выветривания. Зоны выделяются как по окраске пород, так и по её составу.
2. Глинистые изменения по разным типам пород (гранитам, базитам) отчетливо разные и могут визуальнo диагностироваться по типам пород-протолитов, начиная с глубины 10-20 м (зона сапролитов).
3. Существует отчетливая зональность распределения таких химических элементов как S, Ca, Na, Mg, K, Al и Fe.
4. Несмотря на внешнюю однородность зоны развития латеритов, различные типы пород имеют устойчивые ассоциации элементов в зоне развития латеритов (для кор, развитых по породам основного состава, помимо присутствия повсеместно распространенных Al, Fe и Ti, характерна следующая ассоциация элементов: Ni, V, Co, Cr, Sc, Cu, для пород по кислым: Ga и Mo.).

Список литературы:

1. Бурмин Ю.А. Геохимия рудных кор выветривания. – М.: Недра, 1987. – 228 с., с ил.
2. Кора выветривания. Вып. 7: Миграция химических элементов при процессах выветривания/ Академия наук СССР (АН СССР), Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии (ИГЕМ). - Москва: Изд-во АН СССР, 1966.-230 с.
3. Перельман А.И. Геохимия элементов в зоне гипергенеза. М., - «Недра», 1972, 288с.

4. G Voicu, M Bardoux, M Jebrak. Structural, mineralogical and geochemical studies of the Paleoproterozoic Omai gold deposit, Guyana Article in Economic Geology 94(8):1277-1303 December 2013

Исследование физико-механических и триботехнических характеристик ПКМ на основе политетрафторэтилена в зависимости от марки углеродных волокон

*Маркова М.А., аспирант 3-го года обучения,
Институт проблем нефти и газа СО РАН,
г. Якутск
E-mail: markovamusya@mail.ru*

*Аргунова А.Г., старший научный сотрудник,
Институт проблем нефти и газа СО РАН,
г. Якутск
E-mail: ag_argunova@mail.ru*

Аннотация. Приведены сравнительные результаты физико-механических и триботехнических характеристик полимерных композитных материалов (ПКМ) на основе политетрафторэтилена (ПТФЭ) в зависимости от марки углеродных волокон (УВ).

Введение. Политетрафторэтилен является перспективной основой для композитов, используемых в качестве деталей в узлах трения, так как обладает предпочтительным комплексом физико-механических и триботехнических свойств. Основными его недостатками является низкая износостойкость и способность к необратимым деформациям под действием нагрузки, из-за которых его почти невозможно использовать под высоким давлением [1]. Для решения данной проблемы необходимо модифицировать ПТФЭ различными наполнителями.

Известно, что применение углеродных волокон (УВ) в качестве наполнителей, позволяет существенно повысить прочностные характеристики ПКМ на основе ПТФЭ, сохранив деформационные характеристики на приемлемом уровне [2].

Целью данной работы является исследование зависимости физико-механических и триботехнических свойств ПКМ на основе ПТФЭ в зависимости от марки УВ.

Объекты и методы исследования.

Исследованы полимерные композиты на основе ПТФЭ марки ПН, наполненные разными марками дискретных углеродных волокон, отличающихся природой:

-УВИС-АК-П на основе гидратцеллюлозного сырья производства ООО «НПЦ» УВИКОМ» (Россия);

-УКН-М на основе полиакрилонитрильных (ПАН) волокон производства НПЦ ООО «УВИКОМ» (Россия);

-ЛО-1-12Н/40 производства ОАО «СветлогорскХимволокно» (Беларусь), полученная путем термообработки из однонаправленной вискозной ленты.

На данном этапе работы количество вводимого УВ в ПТФЭ соответствовало 1, 3 и 5 мас. %, т.к. известно, что повышение концентрации любых наполнителей в ПТФЭ выше 5 мас.%, а особенно волокнистых, приводит к ухудшению деформационно-прочностных характеристик полимерных материалов [3].

Предел прочности при растяжении σ_p и сжатию $\sigma_{сж}$, а также относительное удлинение при разрыве ϵ_p определяли на испытательной машине UTS-2 (Германия) по ГОСТ 11262–80. Триботехнические характеристики – скорость массового изнашивания и коэффициент трения – были исследованы по стандартной методике (ГОСТ 11629–75) на трибомашине – универсальной машине трения CETRUMT-3. Схема трения «палец-диск», образец – столбик радиусом 5 мм, контртело – вал из стали 45 твердостью 45-50 HRS и шероховатостью $R = 0,06-0,08$ мкм при удельном давлении 160 Н и скорости скольжения 96 об/мин. Время испытания 3 ч.

Результаты исследований и их обсуждение

В табл. 1 представлены результаты исследований деформационно-прочностных и триботехнических свойств ПКМ на основе ПТФЭ и УВ различных марок.

Таблица 1

Физико-механические и триботехнические свойства ПКМ на основе ПТФЭ
в зависимости от содержания и марки УВ

Состав	σ_p , МПа	ϵ_p , %	E, МПа	$\sigma_{сж}$ при 10% деформации, МПа	$\sigma_{сж}$ при 25% деформации, МПа	I, мг/ч
ПТФЭ	20	304	469	14	23	161,0
ПТФЭ+1 мас.% УВИС-АК-П	15	157	461	15	22	6,3
ПТФЭ+3 мас.% УВИС-АК-П	14	117	507	15	23	3,2
ПТФЭ+5 мас.% УВИС-АК-П	14	117	435	16	21	0,8
ПТФЭ+1 мас.% УКН-М	16	268	509	18	24	-
ПТФЭ+3 мас.% УКН-М	24	292	809	25	28	0,5
ПТФЭ+5 мас.% УКН-М	21	271	1052	29	34	0,5
ПТФЭ+1 мас.% ЛО-1-12Н/40	16	337	683	16	-	15,0
ПТФЭ+2 мас.% ЛО-1-12Н/40	20	329	605	20	-	8,0
ПТФЭ+5 мас.% ЛО-1-12Н/40	16	57	740	25	-	4,5

Примечание: σ_p – предел прочности при растяжении; ϵ_p – относительное удлинение при разрыве; E – модуль упругости при разрыве; I – скорость массового изнашивания, мг/ч.

Из табл. 1 видно, что модификация ПТФЭ углеродными волокнами, приводит к повышению прочности и износостойкости полученных композитов. С повышением концентрации УВ, в матрице полимера снижается относительное удлинение, что может объясняться формированием более жесткоцепной структуры из-за природы наполнителей. Полимерные композиты, полученные с использованием УВ марки УВИС-АК-П, показали самые низкие деформационно-прочностные характеристики по сравнению с другими марками. Возможно, это связано с тем, что УВ марок ЛО-1-12Н/40, полученные из однонаправленной вискозной ленты, и УКН-М, полученные из ПАН-волокон, относятся к высокомодульным и высокопрочным УВ, по сравнению с УВ на основе гидратцеллюлозного сырья.

Известно, что при разработке любых полимерных композитов, в особенности на основе ПТФЭ, который характеризуется инертностью и высокой вязкостью расплава, существуют две главные проблемы, от степени решения которых, будут зависеть конечные свойства создаваемых материалов: 1) обеспечение равномерности

распределения наполнителя по объёму матрицы; 2) обеспечение высокой адгезии наполнителей с полимерной матрицей. Для решения этих проблем существует множество приемов смешения, механического воздействия и иных способов повышения адгезии [4].

В связи с этим, для улучшения качества смешения ПТФЭ и УВ марки УВИС-АК-П в данной работе использовали технологию получения концентратов наполнителя в полимере с последующей механической активацией в планетарной мельнице при скорости 200, 300, 400 об/мин. в течение 2 минут, с последующим разбавлением полимером до необходимого содержания наполнителя (рис.1).

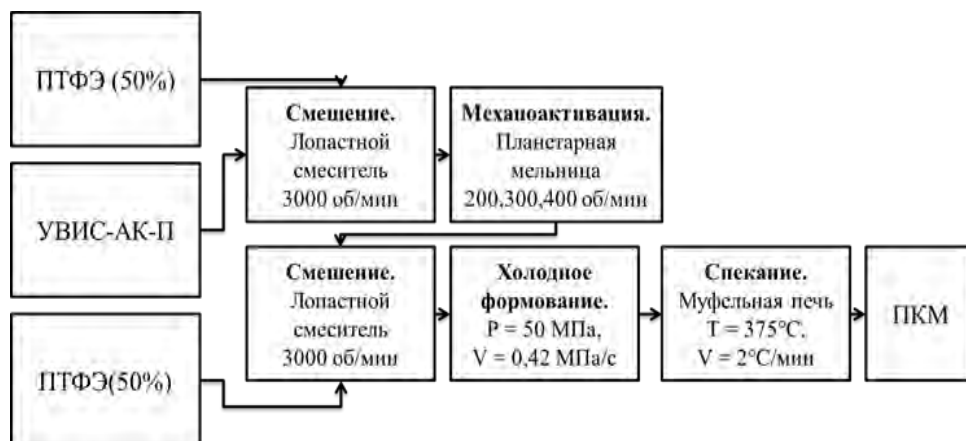


Рис.1. Этапы получения ПКМ

Результаты физико-механических и триботехнических характеристик полученных ПКМ приведены в табл.2.

Таблица 2

Зависимость физико-механических характеристик от концентрации УВИС-АК-П и технологии получения ПКМ

Состав	Скорость механо-активации, об/мин	σ_p , МПа	ϵ_p , %	E, МПа	$\sigma_{сж}$ при 10% деформации, МПа	$\sigma_{сж}$ при 25% деформации, МПа	I, мг/ч
ПТФЭ	-	20	304	469	14	23	161,00
ПТФЭ+1 мас.% УВИС-АК-П	200	20	323	657	18	29	3,00
ПТФЭ+3 мас.% УВИС-АК-П	200	20	220	495	19	31	0,46
ПТФЭ+5 мас.% УВИС-АК-П	200	19	168	489	20	33	0,13
ПТФЭ+5мас.% УВИС-АК-П	300	20	283	515	20	33	0,52
ПТФЭ+5мас.% УВИС-АК-П	400	20	364	514	20	33	0,08

Установлено, что использование технологии совместной активации при 200 об/мин. приводит к значительному улучшению износостойкости композитов, но с

повышением содержания УВ ухудшаются физико-механические свойства. С повышением скорости совместной активации, повышается прочность и износостойкость композитов. Это можно объяснить тем, что при 200 об/мин. получается более разрыхленная структура из-за слабого адгезионного взаимодействия на границе раздела фаз полимер – наполнитель. Однако при этом наиболее износостойкими являются композиты с содержанием УВ 5 мас.%. В связи с этим, на композитах с 5 мас.% УВ, в дальнейшем исследовали влияние скорости вращения барабанов планетарной мельницы на их свойства. Установлено, при повышении скорости вращения барабанов планетарной мельницы до 400 об/мин. при совместной активации ПТФЭ с 5 мас.% УВ, износостойкость ПКМ повышается в 2000 раз по сравнению с исходным полимером, и в 10 раз по сравнению с композитом, полученным по стандартной технологии. При этом, прочность при растяжении полученного композита, остается на уровне исходного полимера, при повышении значений относительного удлинения при разрыве на 20%, и прочности, при сжатии на 40%.

Заключение. Разработана технология совмещения УВ марки УВИС-АК-П с ПТФЭ, заключающейся в совместной активации части полимера с УВИС-АК-П в планетарной мельнице, со скоростью вращения барабанов 200-400 об/мин., в течение 2 минут, с последующим смешением полученной смеси с остальной частью полимера в лопастном смесителе. Разработанная технология введения углеродных волокон марки УВИС-АК-П в полимерную матрицу обеспечивает улучшение физико-механических и триботехнических характеристик ПКМ. Полученные данные по физико-механическим характеристикам и износостойкости превосходят показатели ПКМ, полученные с использованием УВ марок УКН-М и ЛО-1-12Н/40. Таким образом, разработанную технологию в дальнейшем можно использовать для повышения эксплуатационных характеристик композитов с УВ других марок.

Работа выполнена в рамках Госзаказа ФАНО (проект 0377-2018-0001).

Список литературы:

1. Машков Ю.К. Полимерные композиционные материалы в триботехнике / Ю.К. Машков, З.Н. Овчар, М.Ю. Байбарацкая, О.А. Мамаев. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2004. – 262 с.
2. Мелешко А.И., Углерод, углеродные волокна, углеродные композиты / А.И. Мелешко, С.П. Половников. – М.: Сайнс-пресс, 2007. – 194 с.
3. Липатов Ф.С. Физико-механические основы наполнения полимеров / Ф.С. Липатов. – М.: Химия, 1991. – 260 с.
4. Болдырев В.В. Фундаментальные основы механической активации, механосинтеза и механохимических технологий / В.В. Болдырев, А.А. Охлопкова, С.Н. Попов, П.Н. Петрова и др. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 343 с.

Изучение биологического воздействия ионизирующего излучения на фотосинтетический аппарат цианобактерий

*Николаева Н.А.,
ассистент кафедры общей и экспериментальной физики
Физико-технический институт,
Северо-Восточный федеральный университет,
г. Якутск
E-mail: larsoon696@mail.ru*

*Научный руководитель:
д.ф.-м.н. Черняев А. П.,
МГУ, Москва*

В данной работе приводятся результаты исследований влияния ионизирующего излучения на биологический объект – цианобактерии. Цианобактерии – граммотрицательные бактерии, способные к фотосинтезу. Фотосинтетический аппарат цианобактерий представлен двумя взаимодействующими между собой фотосистемами (ФС1 и ФС2). Светосбор осуществляется мембранными пигмент-белковыми комплексами, содержащими реакционные центры (РЦ) и хлорофильную антенну. Цианобактерии содержат дополнительные светосборщики фикобилисомы (ФБС), которые являются мультибелковыми комплексами, расположенные на поверхности тилакоидной мембраны и примыкающие к ФС 1 и ФС 2. ФБС состоят из содержащих хромофоры фикобилипротеинов и неокрашенных линкерных полипептидов.

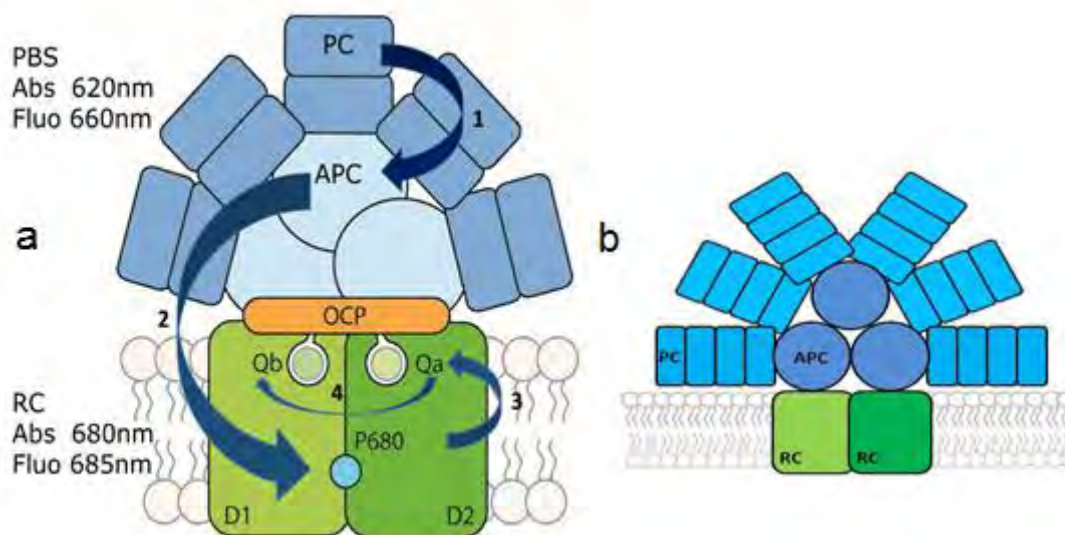


Рис. 1. а – схематическое представление объекта исследования (ПК – фикоцианин, АРС – аллофикоцианин, RC – комплекс фотосистемы 2, ОСП – оранжевый каротиноид-протеин); б – схема организации фотосинтетических мембран *Synechocystis* sp. PCC6803 (ПК – фикоцианин, АРС – аллофикоцианин, RC – комплекс фотосистемы 2)

Для цианобактерии *Synechocystis* sp. PCC6803 характерны ФБС полудисковидной формы, основными фикобилипротеиновыми компонентами которой служат С-фикоцианин и аллофикоцианин. Энергия квантов, поглощенных

фикобилинами, передается на хлорофилл РЦ ФС1 и ФС2, что позволяет увеличить эффективность фотосинтеза за счет использования света в спектральной области, где поглощение хлорофилла неэффективно [1].

В течение первых двух миллиардов лет существования Земли ее атмосфера не содержала кислород. Доза облучения, поступающая на поверхность Земли на сегодняшний день, превысила примерно в 15 раз для ультрафиолетового излучения и примерно в 50 раз для ионизирующего излучения [2]. Космическое излучение относится к естественным источникам радиации и представляет собой ионизирующее излучение, постоянно бомбардирующее атмосферу Земли. Различают первичное и вторичное космическое излучение [3]. Все современные геологические и биологические свидетельства указывают на то, что цианобактерии несут ответственность за кислородную революцию [4], и часто предполагается, что современные и древние цианобактериальные виды очень похожи [5].

Материалы и методы

В качестве ионизирующего излучения использовались альфа-частицы из 120-см циклотрона НИИЯФ МГУ. Циклотрон У-120 НИИЯФ МГУ позволяет получать ускоренные ядра гелия с энергией 30 МэВ. Такая энергия альфа-частиц соответствует значению линейной передачи энергии (ЛПЭ) ядер группы углерода – кислорода галактических космических лучей релятивистской энергии (21 кэВ/мкм). Облучение проводилось в кольцеобразной кювете, с внешним и внутренним диаметром 60 мм и 20 мм. Пучок α -частиц из циклотрона с энергией 30 МэВ попадал на кювету, которую наполняли суспензией при помощи шприца. Каждое облучение проводилось в два приема – с разных сторон кюветы.

Были получены спектральные характеристики цианобактерий под действием альфа-излучения. Использовались следующие методы анализа воздействия ионизирующего излучения на биологический объект: метод абсорбционной спектроскопии, метод спектрофлуориметрии и метод индукции флуоресценции.

Результаты

В результате было установлено, что разрушение фотосинтетического аппарата зависит от поглощенной дозы. Под действием ионизирующего излучения происходит снижение концентрации пигментов, антенны 620 нм и хлорофилла 680 нм. Полоса 620 нм снижается сильнее, чем 680 нм. Изменение оптической плотности на спектрах поглощения, вероятно, соответствует изменению концентрации пигментов в фотосинтетическом аппарате цианобактерий. При увеличении дозы облучения до 116 кГр происходит снижение поглощения максимумов 620 нм и 680 нм, что соответствует поглощению пигментов фикобилисом и фотосистемы 2 (ФС2).

При максимальной дозе облучения 116 кГр происходит снижение поглощения на этих длинах волн, что говорит о снижении концентрации пигментов ФСА, возможно, вследствие разрушающего воздействия ионизирующего излучения. Наибольшее снижение оптической плотности происходит на длине волны 620 нм по сравнению с 680 нм. У экспериментальных образцов, которые подвергались космическому излучению, мы наблюдали наибольшее снижение данного параметра, по сравнению с образцами после длительного хранения и воздействия ионизирующего излучения на циклотроне.

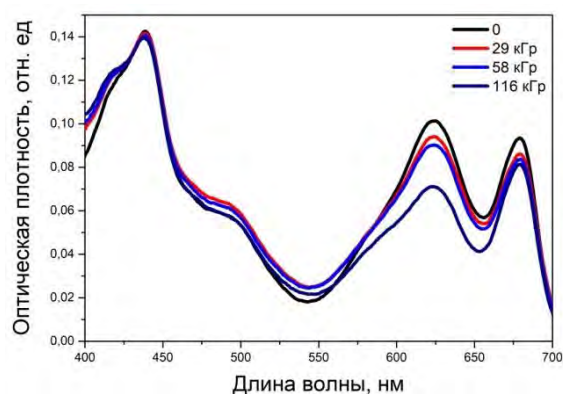


Рис. 2. Спектры поглощения флуоресценции образца после облучения альфа-частицами, доза облучения 116 кГр

Методом спектрофлуориметрии были получены спектры флуоресценции контрольного образца (черный), и образца после облучения 116 кГр (красный). При рассмотрении спектров флуоресценции на рис. За видно, что при облучении на циклотроне, воздействие ионизирующего излучения на суспензию клеток приводит к неоднородному увеличению интенсивности полос 660 нм (фикобилины) и 685 нм (хлорофилл). Это объясняется тем, что избыточная энергия, переданная альфа-частицами, высвечивается хлорофиллом и фикобилипротеинами. Увеличение полосы 660 нм происходит за счет того, что нарушается процесс миграции энергии с фикобилисом на реакционный центр.

Воздействие ионизирующего излучения на клетки цианобактерий приводит к неоднородному увеличению интенсивности флуоресценции фикобилипротеинов и хлорофилла. Интенсивность флуоресценции фикобилипротеинов значительно возрастает по сравнению с интенсивностью флуоресценции хлорофилла, что говорит о нарушении процессов миграции энергии внутри ФБС и уменьшении эффективности переноса энергии к хлорофиллу ФС2.

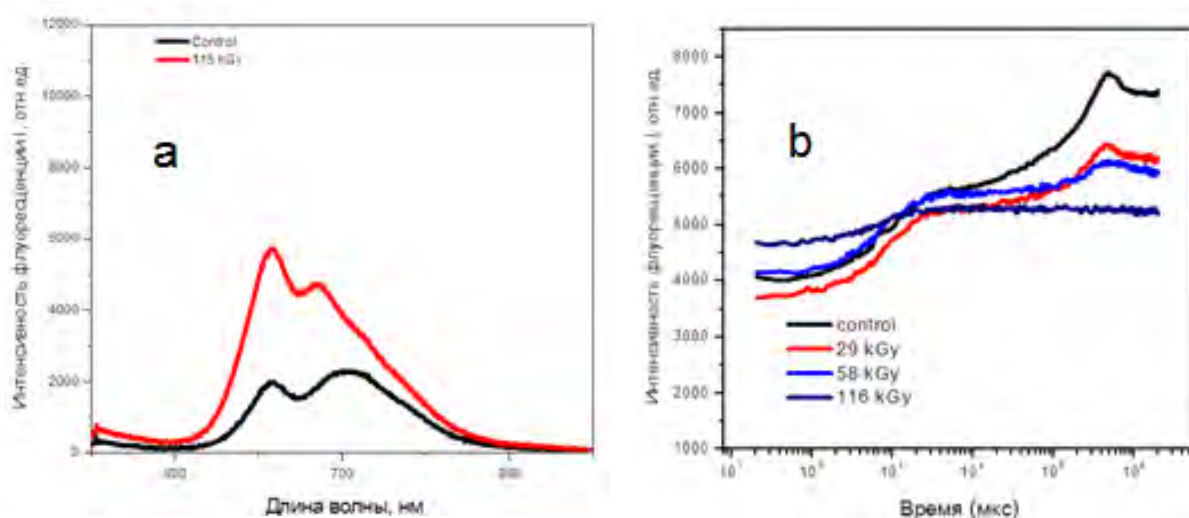


Рис. 3. а – спектры флуоресценции контрольного образца (черный), образцы после облучения 116 кГр (красный); б – кривые индукции флуоресценции образцов после воздействия дозами 29 (красный), 58 (синий), 116 (темно-синий) кГр облучения на циклотроне

С помощью метода индукции флуоресценции была получена зависимость интенсивность флуоресценции от времени. На рис. 3б видно, что при увеличении дозы облучения снижается интенсивность флуоресценции и при максимальной дозе 116 кГр отсутствует главный максимум, что говорит о нарушении процессов фотосинтеза.

Заключение

Анализ проведенных экспериментов позволил сделать следующие выводы: под действием ионизирующего излучения происходит выгорание пигментов фотосинтетического аппарата цианобактерий *Synechocystis* sp. PCC 6803. Так как фикобилисомы (ФКБ) выгорают сильнее, чем фотосинтетический аппарат, можно предположить, что ФКБ более чувствительны к ионизирующему излучению, чем реакционный центр. Вероятно, что ФКБ нужны не только для светосбора, но и для защиты от ионизирующего излучения.

Список литературы:

1. Konstantin E. Klementiev, Eugene G. Maksimov, Danil A. Gvozdev, Georgy V. Tsoraev, Fedor F. Protopopov, Irina V. Elanskaya, Sergey M. Abramov, Mikhail Yu. Dyakov, Vyacheslav K. Ilyin, Nadezhda A. Nikolaeva, Mikhail M. Moisenovich, Anastasia M. Moisenovich, Yury B. Slonimskiy, Nikolai N. Sluchanko, Victor M. Lebedev, Andrew V. Spassky, Thomas Friedrich, Georgy V. Maksimov, Vladimir Z. Paschenko, Andrew B. Rubin, Radioprotective role of cyanobacterial phycobilisomes // *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Bioenergetics.* – Vol. 1860. – Issue 2. – 2019. – P. 121-128. <https://doi.org/10.1016/j.bbabi.2018.11.018>.
2. Morozova D., Moeller R., Rettberg P., Wagner D. Enhanced Radiation Resistance of *Methanosarcina soligelidi* SMA-21, a New Methanogenic Archaeon Isolated from a Siberian Permafrost-Affected Soil in Direct Comparison to *Methanosarcina barkeri* // *Astrobiology.* – # 15. – 2015. – P. 951-960.
3. Александров Ю.А. Основы радиационной экологии. Учебное пособие. – Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2007. – 268 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа – http://ekolog.org/books/33/4_2_1.htm
4. Schirmermeister B.E., Gugger M., Donoghue P.C.J. Cyanobacteria and the Great Oxidation Event: evidence from genes and fossils // *Palaeontology.* – # 58. – 2015. – P. 769-785.
5. Nutman A.P., Bennett V.C., Friend C.R.L., Van Kranendonk M.J., Chivas A.R. Rapid emergence of life shown by discovery of 3,700-million-year-old microbial structures // *Nature.* – # 537. – 2016. – P. 535.

«Дневник здоровья» как средство формирования здоровьесберегающих компетенций учащихся

*Новгородова Д.Н., магистрант
Северо-Восточный федеральный университет,
г. Якутск,
E-mail: dashanovg_9696@mail.ru*

*Научный руководитель:
к.п.н., доцент Яковлева А.В.*

Проблема воспитания здорового поколения вызывает в настоящее время все большее беспокойство. Стремительные темпы современной жизни, социальные проблемы, вредные привычки ухудшают состояние здоровья не только взрослых, но и подрастающего поколения, поэтому уже в школе процесс обучения и воспитания учащихся необходимо ориентировать на формирование ценностного отношения к здоровью [2, стр. 56-57]. В этих условиях становится актуальной проблема формирования здоровьесберегающих компетенций подрастающего поколения. Здоровьесберегающие компетенции являются основой личной безопасности жизнедеятельности каждого человека, т.к. отражают знания, умения и убеждения здоровьесбережения [3, стр. 36-37].

Основными здоровьесберегающими компетентностями, формируемыми на уроках биологии, являются: знание и соблюдение норм здорового образа жизни, знание опасности курения, алкоголизма, наркомании, СПИДа; знание и соблюдение правил личной гигиены, обихода; физическая культура человека, свобода и ответственность выбора образа жизни [4, стр. 1].

Здоровье детей – это общая проблема медиков, педагогов и родителей. Несомненно, что школа должна создавать условия для обеспечения здоровья детей, а в преподавании предметов должны свое место найти и здоровьесберегающие технологии. Биология, как школьный предмет, обладает достаточно большим потенциалом для формирования здоровьесберегающих компетенций.

Анализ содержания школьного биологического образования показал, что наибольшие возможности в формировании компетентности здоровьесбережения, имеются при обучении курса биологии в 8 классе. При изучении данного курса, знания о строении организма и процессах жизнедеятельности, можно связать с изучением факторов, влияющих на здоровье, – наследственности, природной и социальной среды, образа жизни; сформировать ценностные ориентации о культуре здоровья и применить их в деятельности. Однако изучение практики преподавания данного раздела показало, что его потенциальные возможности в направлении формирования компетентности здоровьесбережения реализуются недостаточно [1, стр. 4].

Между тем, проведенный нами анализ показывает, что учащиеся 7 и 8 классов имеют средний уровень компетентностной подготовки, в том числе по проблеме здоровьесбережения. Так, из 38 опрошенных нами учащихся 7 классов только 61% были уверены в том, что они знают, что значит быть здоровым, 39% затруднились с ответом на данный вопрос. 84% учащихся 8 классов знают, что такое самонаблюдение

и что значит быть здоровым. Несмотря на достаточно высокие результаты учащихся 8 класса, стоит отметить, что анкетирование в полной мере не может отразить реальную ситуацию по овладению учащимися умениями здоровьесбережения. Поэтому результаты анкетирования, как и результаты анализа современной ситуации в области здоровьесбережения, доказывают необходимость поиска конструктов, адекватно отражающих способность личности вести здоровый образ жизни.

Для того, чтобы сформировать у учащихся здоровьесберегающие компетенции, мы разработали «Дневник здоровья». «Дневник здоровья» – это рабочая тетрадь самонаблюдений учащегося, в котором представлены приемы содержательной, эмоциональной и деятельностной рефлексии. Содержательная рефлексия затрагивает знания, связанные с гигиеной, профилактикой заболеваний, правильным питанием, рациональной организацией труда и отдыха, здоровый сон, внимание, память и т.д. Данные понятия формируются на уроках биологии в разделе «Человек». Однако, как правило, на уроках не всегда удается осуществить переход знаний в здоровьесберегающие компетенции. Деятельностная рефлексия помогает осмысливать и осознавать с точки зрения содержания, выполняемые ими элементарные каждодневные бытовые действия. Эмоциональная рефлексия, для подросткового периода, является очень важной для сохранения психического здоровья и формирования внутренней позиции (я хочу, я могу, я умею). Поэтому учащиеся, используя «Дневник здоровья», учатся осмысливать свои эмоции, действия и связывать их с содержанием уроков биологии. На рис. 1 и 2 представлены примерные задания для рефлексии учащихся.

Баллы	Достижения	Задания	Самооценка	Рекомендации
1 б.	Знать правила личной гигиены: - гигиена тела человека - гигиена сна и отдыха - гигиенические правила рационального питания	<u>Тестовые задания</u> 1. Руки необходимо мыть с мылом: а – перед приёмом пищи; б – после посещения туалета; в – после прогулки; г – всё перечисленное. 2. Количество и качество питания зависит: А. от возраста Б. пола В. Климатических условий Г. Все перечисленное верно 1. режим дня и учебных занятий должен соответствовать гигиеническим нормам: А. длительности сна Б. бодрствования разных возрастных групп В. Проведение занятий и оздоровительных занятий Г. Все перечисленное верно 1. Какие правила рационального питания вам известны: а – оптимальное соотношение в суточном рационе белков, жиров, углеводов, незаменимых компонентов (витаминов, минеральных веществ и др.); б – определённое время приёма пищи и определённое количество пищи при каждом приёме; в – баланс энергии; сбалансированность пищевых веществ в суточном рационе; соблюдение режима питания.		
3-5 б.	Уметь применять знания о личной гигиене	<u>Ситуационные задачи</u> 1. При скоплении ушной серы, медведя смочила турунду в вазелиновом масле и ввела в наружный слуховой проход на 20 минут. Оцените действия медведя.		
8 б.	Уметь применять в повседневной жизни знания о личной гигиене	<u>Анкетирование</u> <u>Правила:</u> 1. Мыть тело 1-2 раза в неделю. Предсказываете ли вы этого праздника? А. редко Б. иногда В. Никогда		

Рис. 1. Примерные задания (вариант 1)

Обучающий педагогический эксперимент, по апробации «Дневник здоровья», проведен в Тумульской основной общеобразовательной школе Хангаласского района. На рис. 3 представлен фрагмент дневника, который учащиеся заполняют два раза в неделю.

Полученные нами результаты педагогического эксперимента, по апробированию «Дневник здоровья», свидетельствуют о положительной динамике в формировании и развитии здоровьесберегающих компетенций учащихся. Учащиеся научились осознанно рефлексировать и применять знания по сохранению и укреплению не только физического здоровья, а, что еще важно, и психического.

Баллы	Достижения	Задания	Самооценка	Рекомендации
1 б.	Знать роль и значение режима дня в сохранении и укреплении здоровья:	1. Пронумеруй картинки в соответствии с порядком дня Маши. Отличается ли твой распорядок дня от распорядка дня Маши?		
3-5 б.	Уметь планировать и корректировать режим дня с учетом своей учебной и внешкольной деятельности, показателей своего здоровья, физического развития и физической подготовленности.	1. Создай свой распорядок дня.		

Рис. 2. Примерные задания (вариант 2)

Начиная с сегодняшнего дня ты будешь вести этот ДНЕВНИК. Каждый день ты будешь записывать туда те эмоции, которые у тебя возникали в течение дня. Для этого сначала ты указываешь день, когда ты заполняешь ДНЕВНИК. Потом цветным карандашом или фломастером рисуешь, какого цвета твоя эмоция и шифруешь, то есть обозначаешь ее одним из следующих рисунков:

Дата		
Мир	Прекрасен	
	Хорош	
	Нейтрален	
	Враждебен	
	Ужасен	
Настроение (-5-0-5)		
С чем это связано?		



День	Эмоция в рисунке	Эмоция в цвете

Рис. 3. Фрагмент дневника

Список литературы:

1. Васина Н.А. Методика формирования компетентности здоровьесбережения при обучении разделу биологии. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук. – Астрахань, 2010. – С. 35
2. Константинов В.Б., Копейкин Н.Ф. Здоровье – индикатор развития человека и общества // Здоровоохранение Российской Федерации. – 2001. – № 3. – С. 56-57.
3. Зимняя И.А. Ключевые компетенции новая парадигма результат образования/ И.А. Зимняя // Высшее образование сегодня. – 2003. – № 5. – С. 34-42.
4. Мурадян Г.С. Формирование здоровьесберегающих компетентностей на уроках биологии. Статья по биологии. – 2013. – С. 1-4.

Перспективные нефтесодержащие сланцевые толщи России

*Петрова Р.Н., студентка,
Пермский государственный национальный исследовательский университет,
г. Пермь
E-mail: kitregina Petrova@gmail.com*

*Научный руководитель:
д.г-м.н., Карасева Т.В.*

Сланцевые толщи, в последнее годы, являются предметом пристального внимания во всем мире, образуя новую ресурсную базу углеводородов на фоне истощения традиционных источников нефти. На территории России залежи сланцевой нефти выявлены в баженовской свите Западной Сибири, доманиковой Тимано-Печорской и Волго-Уральской провинциях, майкопской серии в Предкавказье и др.

Каждая из свит является основной нефтегазопроизводящей толщей в регионах их распространения. Сложены они кремнисто-глинисто-карбонатными породами, сильно обогащенными органическим веществом и имеющие ярко выраженную сланцевую текстуру.

На сегодняшний момент добыча сланцевой нефти в России осложнена в виду того, что сланцевые толщи характеризуется отсутствием ловушки, водонефтяного контакта, аномально высоким поровым давлением и низкой проницаемостью. К ним не применимы подходы, методы и технологии, эффективно работающие при освоении традиционных ресурсов нефти. В России добыча сланцевой нефти в основном ведется попутно и в режиме естественного истощения.

Самой изученной толщей в России, содержащей сланцевые углеводороды, является баженовская свита. Как самостоятельное литостратиграфическое подразделение свита впервые была выделена Ф.Г. Гурари в 1959 году, на основе изучения глубоких скважин в Саргатском районе [1, стр. 37].

Баженовская свита (титон-берриасский возраст J_{3t} – K_{1b}) сложена породами углеродистыми кремнисто-глинисто-карбонатными черными с коричневатым оттенком. Площадь распространения свиты на территории Западной Сибири превышает 1 млн. км². Отложения залегают на глубине 2400-3100 м, их мощность изменяется от 10-12 до 35-40 м. Свита трансгрессивно, с несогласием, залегают на отложениях верхневасюганской подсвиты или с согласием перекрывает аргиллиты георгиевской свиты, и перекрывается глинами верхнетутлеймской подсвиты, фроловской и ахской свит.

Нефтеносные сланцы баженовской свиты представлены в основном четырьмя пороодообразующими компонентами [2, стр. 68]:

1) глинистыми минералами (22-30% вес): гидрослюда, реже смешаннослойные образования гидрослюда-монтмориллонит, в незначительных количествах (следы) - хлорит и каолинит;

2) минералами кремнезема (35-40% вес): опал, халцедон, кварц, тридимит и кристобалит;

3) карбонатными минералами (8-52% вес): кальцит, доломит, реже сидерит, в единичных случаях - анкерит;

4) органическое вещество (10-12% вес), которое в большинстве случаев представлено гелефицированным бесструктурным веществом различного цвета (с равномерным или микрослоистым его распределением в породе), ОВ относится к гумусо-сапропелевому типу.

Также представлены обломочные минералы - кварц и полевые шпаты (обычно 3-5%) и, в незначительных количествах, другие минералы: целестин, барит, фосфаты и гипс (спорадически). Кроме того, повсеместно присутствует пирит, содержание которого обычно составляет около 5%.

За полувековой период изучения баженовской свиты, выявлены нефтепроявления на десятках площадей. Введены в эксплуатацию опытные участки Салымского, Правдинского, Галяновского и Средне-Назымского и других месторождений. Нефти баженовской свиты, как правило, легкие, плотностью от 0,811 до 0,866 г/см³, малосернистые, количество серы не превышает пределов 0,11-0,60%, в отдельных случаях достигает 1%. Количество смол меняется от 0,12 до 8,3, асфальтенов от 0 до 7%, твердых парафинов 0,89-3,92%. Вязкость изменяется от 0,4 до 5,5 МПа*с. Ежегодно добывается около 800 тыс. т нефти из отложений баженовской свиты. По данным Международного энергетического агентства, она оценена как наиболее богатая сланцевая толща в мире – 60-140 млрд. т. нефти.

На территории России, второй по значимости, нефтематеринской формацией морского генезиса является доманиковая свита Волго-Уральской и Тимано-Печорской нефтегазоносных провинции. Доманиковые отложения имеют позднедевонско-раннекаменноугольный возраст (D₃fr–C₁t). Свита широко распространена в пределах Восточно-Европейской платформы, на севере от широты Полярного Урала до Южного Урала на юге. Площадь распространения доманиковой свиты превышает 300 тыс. км².

В стратотипе доманиковый горизонт сложен битуминозными, кремнисто-карбонатными породами, с примесью глинистого материала до 30%. Породы черные, темно-коричневые за счет высокого содержания битуминозного органического вещества до 18,7%, преимущественно высококремнистые от 10 до 30% и высококарбонатные 40-85%. Отложения свиты залегают на глубине 1800-3500 м, их мощность изменяется от 14 до 50 м. В доманике Волго-Уральской и Тимано-Печорской НГП выявлено свыше 20 месторождений нефти. Ее притоки составили от 15 до 120 тонн в сутки. Это доказанная высокопродуктивная, нефтегазоматеринская толща, которая генерировала нефть и газ для большинства залежей в карбонатных постройках Тимано-Печорского и Волго-Уральского нефтегазоносных бассейнов.

Так же весьма перспективной является нижнемайкопская серия Предкавказья, включающая хадумскую свиту и баталпашинскую свиты. Почти на всей территории Предкавказья развита хадумская нефтегазоматеринская свита (ранне-среднеолигоценый возраст P₁₋₂hd). Это самая нижняя часть майкопской серии. Площадь ее распространения составляет около 200 тыс. км². Свита сложена преимущественно глинами с прослоями мергелей (до известняков) и алевролитов. Мощность отложений варьирует от 25 до 90 м, в среднем составляя 50 м. Диапазон концентрации Сорг изменяется от 0,25 до 9,82 м среднее содержание 2,02 % [3, стр. 23].

Формация баталпашинская широко распространена в Западно-Кубанском и Терско-Каспийском передовых прогибах Северного Предкавказья. Имеет палеогеновый олигоценый возраст. Небольшие залежи нефти присутствуют в кремнисто-глинистых отложениях нижней половины разреза баталпашинской свиты. Толщина изменяется от 20 до 150 м.

Источником майкопских нефтей, в Терско-Каспийском прогибе, служит смешанный тип исходного органического вещества. Его накопление происходило в мелководно-морских восстановительных обстановках. Состав нефтей сформирован за счёт захоронения главным образом остатков низших морских организмов и, в большей или меньшей степени, при участии континентального органического материала. Содержание Сорг изменяется от 0,12 до 8,46%, при среднем содержании 3,1%. Катагенетическая зрелость нефтей оценивается на уровне МК2.

Региональная нефтегазоносность майкопских отложений установлена в пределах Терско-Каспийского передового прогиба и Восточного Предкавказья. Нефтяные залежи открыты на Моздокской, Советской, Бенойской, Шамхал-Булакской, Карабулак Ачалукской и Берикейской площадях. Для нефтей хадумской и баталпашинской свит характерны повышенная плотность от 0,84 до 0,89 г/см. Это обусловлено наличием смолисто-асфальтеновых компонентов и твердых парафинистых веществ. Содержание смол составляет 7,3-8,8%, асфальтенов – 1,03-1,52%, серы - 0,12-0,22%, парафинов 8-11%.

Так же, на территории Предкавказья, в широкой полосе между Северным Предкавказьем и Черным, и Каспийским морями распространена кумская свита палеогенового среднеэоценового возраста. Она сложена аргиллитами с песчано-алевритовыми и мергелевыми прослоями. Толщина кумской свиты изменяется от 20 до 700 м. Для восточной части Западно-Кубанского прогиба характерны битуминозные мергели. По данным пиролитических исследований содержание органического углерода в породах кумской свиты, в аргиллитах изменяется от 0,36 до 8,07%, а в алевролитах от 0,52 до 2,03%.

Суммируя вышесказанное, на территории Россия широко распространены сланцевые толщи, которые представляют собой высокоперспективные объекты для поиска и добычи нефти. Колоссальные ресурсы сланцевой нефти приходятся на баженовскую свиту Западной Сибири. Однако, проблема изучения и освоения нефти сланцевых формации относится к числу сложных, наукоемких. Несмотря на многочисленные публикации, освещающие отдельные аспекты изучения потенциалов углеводородов сланцевых толщ России, в настоящее время отсутствуют системные подходы к комплексному геологическому и технологическому решению данной проблемы.

Список литературы:

1. Гурари Ф.Г. Геология и перспективы нефтегазоносности Обь-Иртышского междуречья // Тр.СНИИГИМС-Л.: Гостоптехиздат, 1959 - вып.3 - 174 с.
2. Сонич В.П. Перспективы разработки отложений баженовской свиты на месторождениях ОАО «Сургутнефтегаз», 250 с.
3. Цветков Л.Д., Цветкова Н.Л. Сланцевые углеводороды. Библиографический обзор. - Ярославль: НПЦ «Недра», 2012, 297 с.

Целесообразность использования фильтрационно-дренажного оттаивания мерзлых пород на россыпных месторождениях р. Тимптон

*Попова М.Д., студент,
Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,
г.Нерюнгри
E-mail: kazanceva_1994@mail.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент Рочев В.Ф.*

Для данных исследований я выбрала месторождение, реку Тимптон.

Целью моей работы является, применение фильтрационно-дренажного способа оттаивания горных пород, на россыпных месторождениях, на р. Тимптон.

Задачи на данном этапе это, экспериментальные исследования с применением фильтрационно-дренажного способа оттаивания горных пород.

При разработке россыпных месторождений в зоне вечной мерзлоты, необходимо проводить предварительное оттаивание мерзлых горных пород. Основными способами оттаивания горных пород являются гидравлический, фильтрационно-дренажный, фильтрационно-дождевальным, дождевальным, схемы безнапорного смыва и естественное оттаивание под действием солнечной радиации при положительной температуре воздуха.

Самым экономичным из гидравлических способов оттаивания является фильтрационно-дренажный (рис.1).

При этом способе оттаивания вода подается в питающий фильтрационный поток, через специальные выработки-каналы, затем по верхнему слою талых водопроницаемых пород просачивается вниз, по уклону, в сборную дренажную канаву, отдавая по пути свое тепло мерзлоте нижележащему массиву. Постепенное оттаивание массива идет сверху вниз, по вертикали, за счет плавления льда и повышения температуры талого слоя.

Питание водой искусственного фильтрационного потока, в данном способе, осуществляется с помощью горных выработок, обеспечивающих поступление воды для оттаивания и расположенных на предельно большом расстоянии от выхода фильтрационного потока.

Тимптон — река в Якутии, правый приток Алдана. Длина — 644 км, площадь бассейна — 44,4 тыс. км². Берёт начало с северного склона Станового хребта, протекает по Алданскому нагорью. Среднегодовой расход воды — 560 м³/с. В низовьях сплавная. Имеет 86 притоков протяжённостью более 10 км.

Тимптонский золотоносный район расположен в зоне сочленения Алданского щита и Становой складчатой области. Сочленение этих областей происходит по субширотной системе глубинных разломов Станового краевого шва, заложенных в раннее докембрийское время. В геологическом строении района принимают участие глубоко метаморфизованные породы архея, нижнего протерозоя, осадочные и вулканогенные породы нижнего мела, интрузивные породы разных возрастов и генетически разнообразные четвертичные отложения.

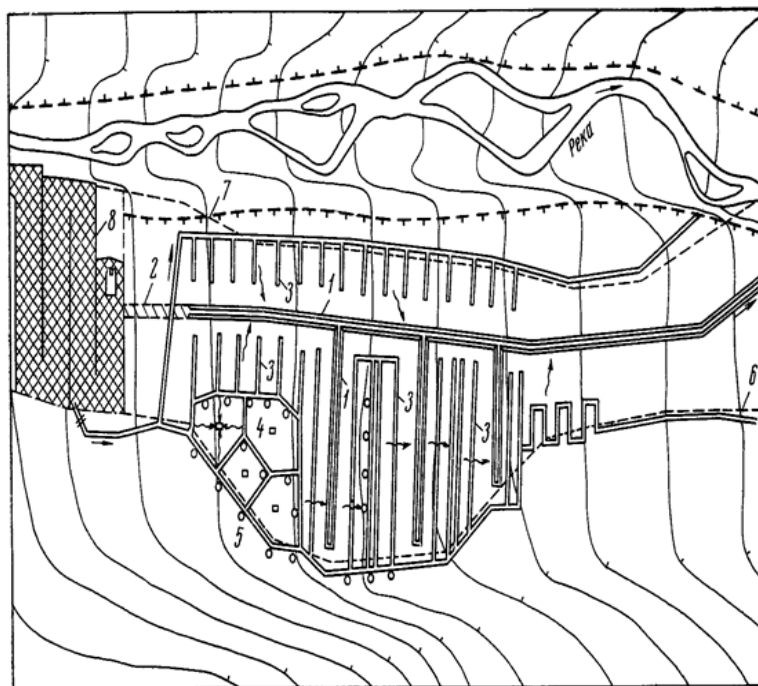


Рис. 1. Схема оросительных и дренажных выработок при фильтрационно-дренажном оттаивании дражного полигона:

1 – дренажная канава; 2 – засыпанная часть канавы; 3 – оросительная канава; 4 – дренажный колодец; 5 – поглощающий колодец; 6 – контур россыпи; 7 – граница естественного талика; 8 – площадь, обработанная драгой, на которой затопленные разрезы служат для воды, используемой в процессе оттаивания.

При использовании отвала, для данных исследований, использовались пески, привезенные с р. Тимптон. Перед началом исследования модель отвала замораживаем до -35°C . В данном опыте мы создали сеть трубопровода (рис. 2).



Рис. 2. Модель отвала

Таблица 1

Вещество	Время t(мин)	Глубина H(см)	Время t(мин)	Глубина H(см)	Время t(мин)	Глубина H(см)
Горячая вода	5	0,2	10	0,4	15	0,7
Вода комнатной температуры	5	0,3	10	0,6	15	0,9
Хлорид калия	5	0,8	10	1,0	15	1,2

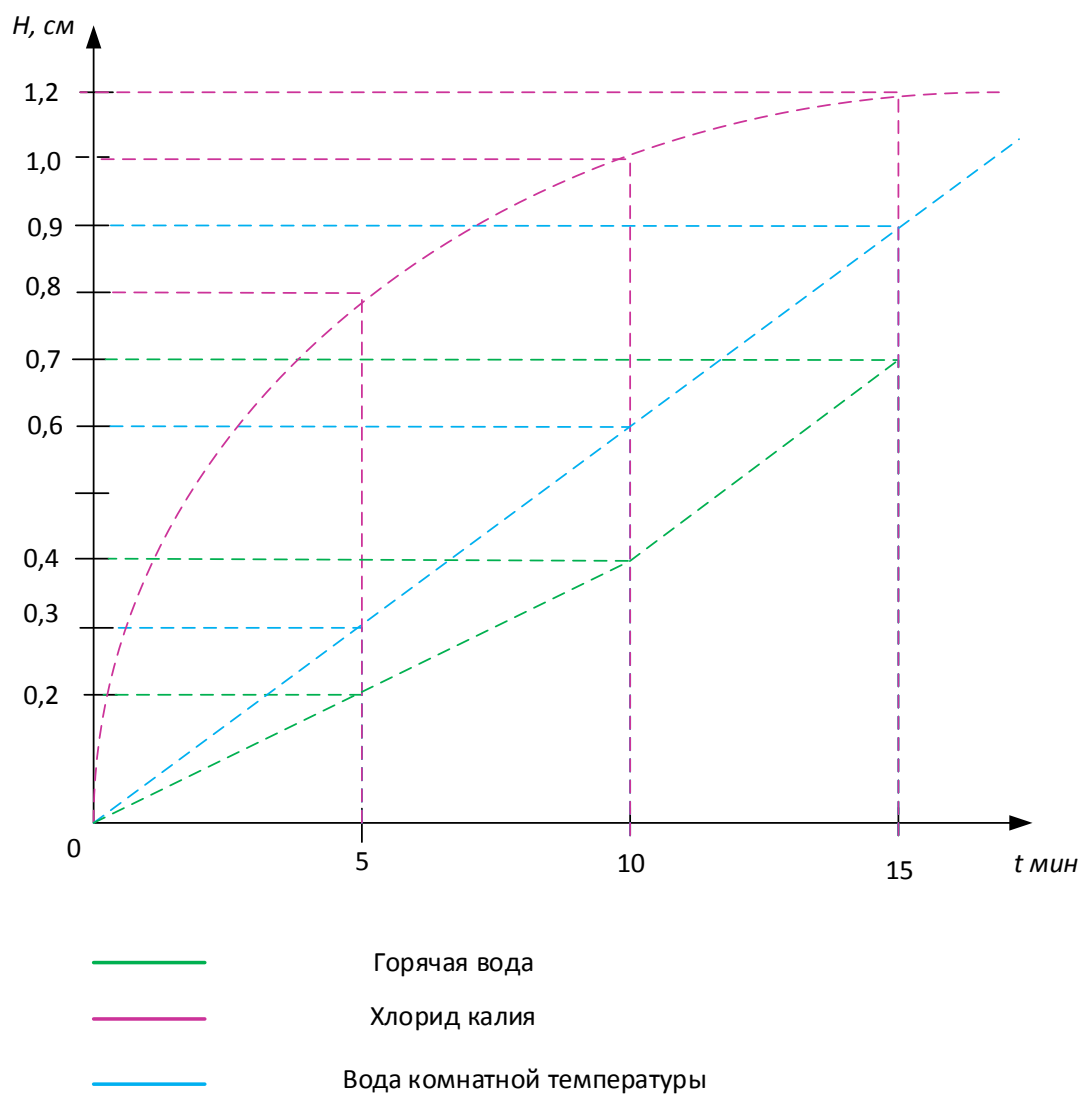
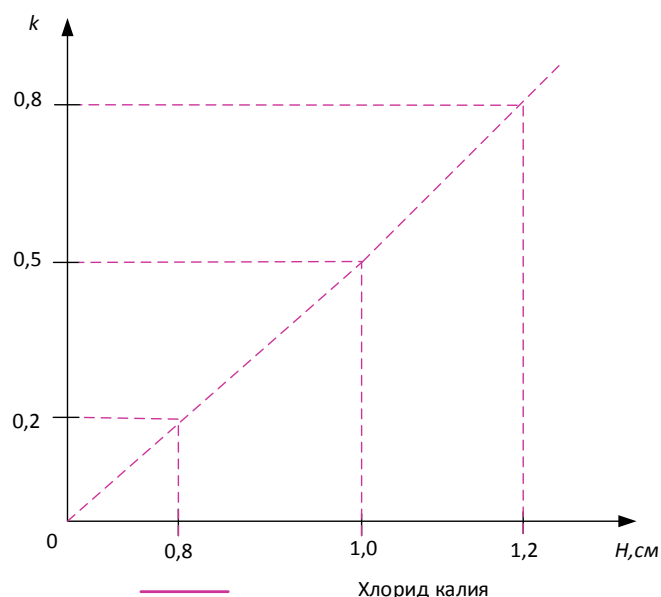


Таблица 2

Раствор	Время	Глубина	Концентрация
Хлорид калия	5	0,8	0,2
Хлорид калия	10	1,0	0,5
Хлорид калия	15	1,2	0,8



В результате выполненных экспериментальных исследований, можно сделать вывод, что через определенный интервал времени различных растворов наиболее эффективнее применение хлорида калия.

Опыт использования биопрепаратов для очистки почв от нефти на территории Амгинской нефтебазы

*Попова Н.И., аспирант,
Институт проблем нефти и газа СО РАН,
г. Якутск
E-mail: n.i.neustroeva@mail.ru*

*Легантьева В.А., студент,
Северо-Восточный федеральный университет,
г. Якутск
E-mail: veralegantyeva@mail.ru*

*Научный руководитель:
к.х.н., Глянцева Ю.С.*

Проблема очистки почв от нефтезагрязнений, в условиях криолитозоны, представляет собой достаточно сложную задачу. Это связано с тем, что в северных регионах процессы биодegradации нефти в почвах обычно идут крайне медленно [1, стр.12]. В настоящее время наиболее перспективным методом для очистки нефтезагрязненных почв является биотехнологический подход. В данной работе представлены результаты эксперимента по биологической очистке почв от нефтезагрязнений, с использованием препаратов на основе углеводородокисляющих микроорганизмов (УОМ).

Эксперимент проводился на территории филиала «Амгинская нефтебаза» АО «Саханефтегазсбыт», расположенного на юге-востоке Центральной Якутии (Амгинский район) на берегу р. Амга. В 2007 году 26 декабря на территории нефтебазы

произошел аварийный разлив сырой нефти, в результате которого был загрязнен участок общей площадью 0,5 га.

Материалами для исследований послужили пробы почв с участка, с давним сроком остаточного загрязнения (11 лет с момента разлива). Для сравнения была отобрана фоновая проба почвы на значительном расстоянии от нефтебазы.

Эксперимент состоял из двух этапов, и проводился в условиях открытой экосистемы, с 16 июля по 15 августа 2018 г. На первом этапе, в июле, на опытных участках были отобраны нефтезагрязненные пробы почв с глубины 0-10 см. Тип почвы техногенно-преобразованный, насыпной супесчаный. Далее, загрязненные участки были обработаны биопрепаратами (БП) на основе УОМ, разработанными в Институте проблем нефти и газа СО РАН. В качестве УОМ был использован штамм микроскопического гриба *Penicillium* sp, выделенный из проб почв с арктической территории (о. Самойловский, дельта реки Лена). БП на загрязненные участки вносили в 2 вариантах. Схема постановки эксперимента приведена в таблице 1.

На втором этапе, в августе, был проведен повторный отбор проб почв, на этих же участках, с целью изучения процессов деградации нефтяного загрязнения под действием БП.

Содержание остаточной нефти в почвах определяли методом холодной экстракции хлороформом, по выходу хлороформенного экстракта (ХЭ). ХЭ исследованы с помощью ИК-Фурье спектроскопии. ИК-спектры снимались на ИК-Фурье спектрометре Protege 460 фирмы Nicolet, в диапазоне волновых чисел 500-4000 см⁻¹. Расшифровку спектров проводили по атласам ИК-спектров и таблицам волновых чисел [2].

Содержание углеводородсодержащих соединений, в фоновой пробе почвы, составило 232 мг/кг (табл.1). Исходное содержание нефти на опытных участках АТ-1 и АТ-2, до проведения биологической очистки, в пробах составило 44705 мг/кг и 1051 мг/кг соответственно. Различие в значениях исходного содержания нефти в почве, обусловлено неравномерностью распределения загрязнения, сроком давности загрязнения, влиянием паводковой воды, когда территория нефтебазы подвергается затоплению, в период весеннего половодья. Согласно классификации В.М. Гольдберга [3, стр. 94], уровень загрязнения проб характеризуется как высокий и умеренный. Через месяц после внесения БП, остаточное содержание нефти во всех пробах уменьшилось. Степень деструкции на участке АТ-1 составила 59,89 %, а на АТ-2 – 13,22 %.

Таблица 1

Динамика изменения остаточного содержания нефти в почвах.

№ экспериментального участка	Схема эксперимента	Выход ХЭ, мг/кг		Степень деструкции, %
		до внесения БП	после внесения БП	
АТ-1	Суспензия грибов, иммобилизованная на органические гранулы	44705	17927	59,89
АТ-2	Суспензия грибов на водной основе	1051	912	13,22
Фон	Фоновая-чистая почва	232		

Оценка загрязнения почв нефтью, проводилась путем сравнения с природным фоном. Снижение концентрации нефти также сопровождалось изменением структурно-группового состава почвенных экстрактов. На рисунке 1, представлены ИК-спектры ХЭ проб почв до внесения БП и спектр экстракта фоновой пробы.

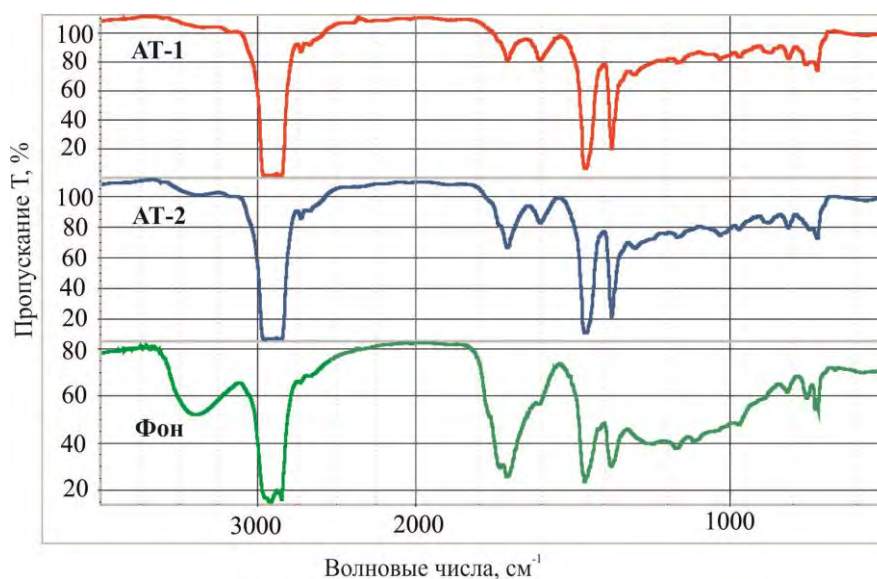


Рисунок 1 – ИК-спектры ХЭ исходных проб почв с экспериментальных участков АТ-1 и АТ-2 и ХЭ фоновой пробы

По данным ИК-Фурье спектроскопии, в химической структуре экстракта фоновой пробы, кислородсодержащие соединения преобладают над углеводородными компонентами. Четко выраженная полоса поглощения (п.п.), в области 3300 см^{-1} , указывает на присутствие гидроксильных групп, которые входят в состав карбоновых кислот, сложных эфиров и кетонов. Более интенсивная п.п. в области $1700\text{--}1740\text{ см}^{-1}$, связана с высоким содержанием карбонильных групп. Также в спектрах фоновой пробы обнаруживаются п.п. эфирных связей (1170 см^{-1}). Характер ИК-спектров исходных загрязненных проб однотипен. В спектрах наблюдается доминирование п.п. углеводородных структур. Это подтверждается тем, что п.п. метиленовых групп (1460 см^{-1}) в пробах, выражены наиболее интенсивно, по сравнению с п.п. кислородсодержащих групп. Поглощение в области 1600 см^{-1} обусловлено содержанием ароматических соединений в составе ХЭ загрязненных проб.

Протекание процессов окисления на экспериментальных участках после очистки, можно оценить по изменению относительных коэффициентов поглощения кислородсодержащих групп, по отношению к углеводородным.

Относительные коэффициенты поглощения структурных групп рассчитывали по формуле(1) [4, стр. 870]:

$$D_v^I = \frac{D_v}{D_{1460}}, \quad (1)$$

где D_v – оптическая плотность п.п.; D_{1460} – оптическая плотность п.п. 1460 см^{-1} .

Увеличение значений относительных коэффициентов поглощения кислородсодержащих групп и связей после внесения БП подтверждает протекание процессов биологического окисления.

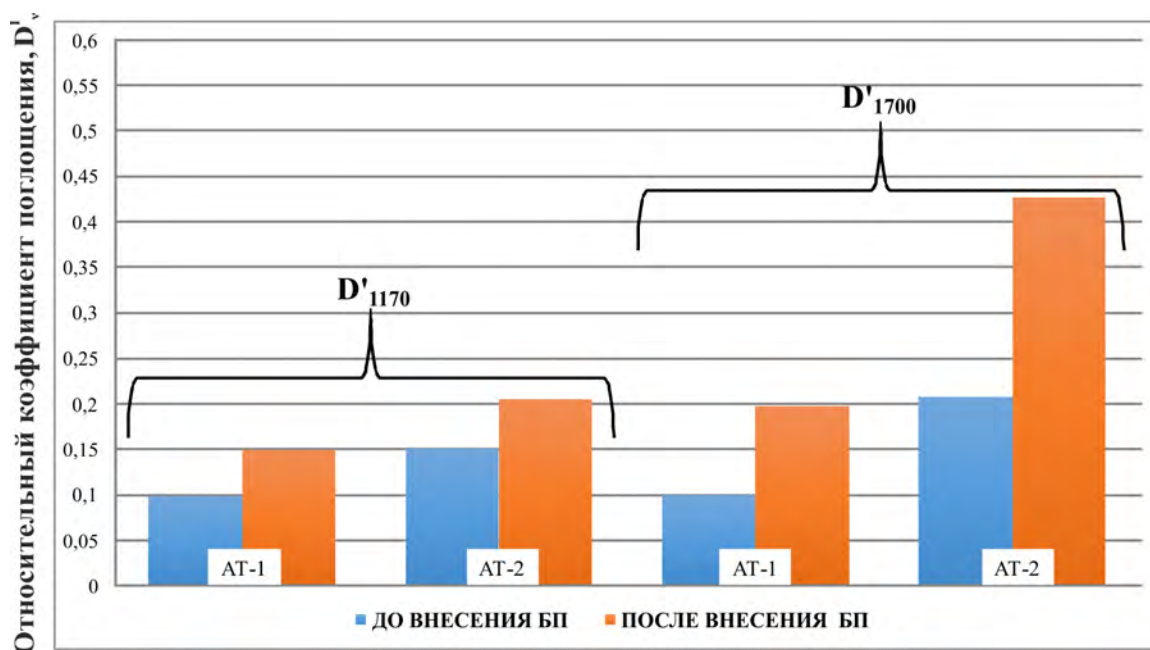


Рисунок 2 – Относительные коэффициенты поглощения кислородсодержащих групп и связей до и после биологической очистки

Таким образом, в ходе проведенного эксперимента максимальная степень деструкции нефтезагрязнения установлена на участке АТ-1, почвы которого обрабатывались БП на основе УОМ, иммобилизованных на органические гранулы. Об эффективности этой модификации БП, по сравнению с БП на водной основе, свидетельствуют результаты структурно-группового состава ХЭ проб почв, в химической структуре которых установлено преобладание кислородсодержащих групп и связей над углеводородными структурами, что свидетельствует о более глубоком протекании процессов окислительной деструкции.

Список литературы:

1. Лифшиц, С.Х. Динамика восстановления нефтезагрязненных почвогрунтов в условиях криолитозоны /С.Х. Лифшиц, О.Н. Чалай, Ю.С. Глянцева, И.Н. Зуева // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. –2013. – № 3. – С. 11–14.
2. Беллами, Л. Дж. Новые данные по ИК-спектрам сложных молекул /Л.Дж. Беллами. – М.: Мир, 1971. – 318 с.
3. Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия / В.М.Гольдберг[и др.]– М.: Недра, 2001. – 125 с.
4. Иванова, Л.В. ИК-спектрометрия в анализе нефти и нефтепродуктов / Л.В. Иванова, Р.З. Сафиева, В.Н. Кошелев //Вестн.Башкирск. ун-та. – 2008. – Т.13. – № 4. – С.869–875.

Физико-химический анализ импортных БАДов

*Смагулова А.Ш., специалист,
Северо-Восточный федеральный университет,
г. Якутск
E-mail: miregia88@mail.ru*

*Научный руководитель:
инженер-исследователь, Степанова А.В.,
Северо-Восточный федеральный университет,
г. Якутск
E-mail: stepav@inbox.ru*

Биологически активные добавки (БАД) к пище – биологически активные вещества и их композиции, предназначенные для непосредственного приёма с пищей или введения в состав пищевых продуктов. Они используются как дополнительный источник пищевых и биологически активных веществ, для оптимизации различных видов обмена веществ, нормализации и/или улучшения функционального состояния органов и систем, снижения риска заболеваний [1].

Объектами исследования являются БАД «Жидкий кальций» китайского производства и БАД «Капсулы нони» из Таиланда, доставленные в лабораторию для экспертизы.

Цель исследования – изучение показателей качества, заявленных в инструкциях БАД.

Образцы БАД оценивали по органолептическим и физико-химическим показателям. Органолептические характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1

Органолептические показатели БАД

Наименование показателя	Значение и характеристика показателя	
	БАД «Жидкий кальций»	БАД «Капсулы нони»
Вкус и запах	без привкуса и запаха	вкус и запах специфические
Внешний вид, форма выпуска	капсулы овальные	капсулы D1
Цвет	белый	серо-зеленый
Средняя масса одной капсулы, г	2,8381	0,3850
Состав	раковины съедобной устрицы, масло из немодифицированной сои, железо, витамин Д	экстракты из натурального плода дерева нони

Анализ капсульной оболочки БАД «Жидкий кальций» на растворимость, свидетельствует об ее отсутствии. Кроме того, очень выражено набухание капсул – увеличение в объеме в 2,5-3 раза. Наличие действующего вещества – карбоната кальция – подтверждено результатами элементного анализа на Са, и качественной реакцией на карбонат-ион. Количественный анализ биодобавки выполнен для наиболее

актуальной ее составляющей – биологического кальция – по двум независимым методикам: методике прямого комплексно-метрического титрования комплексом III, в присутствии индикаторной смеси эриохрома черного Т с хлоридом калия и по методу, основанному на обратном титровании [2]. Концентрация биодоступного кальция составила 4,008 мг/дм³ и 0,58% в пересчете на оксид кальция и в одной капсуле 16,5 мг.

В описании данного препарата заявлено его свойство – пролонгированность действия, в связи с этим проведены кинетические исследования в модельных гастральных и энтеральных средах, с термостатированием. С целью выявления пролонгированности действия провели количественный анализ на ион Ca²⁺ в исследуемом образце, выдержанном в течение трех суток в указанном растворе, также исследуемый образец прошел термостатирование при 37 °С в течение одного часа. Концентрация кальция, в пересчете на оксид кальция, составила 0,38% и 0,41% соответственно. Длительность растворения (продолжительность эксперимента в течение трех суток), влияние показателя рН (модельные гастро-энтеральные среды), термостатирование при 37 °С, к увеличению растворимости биологического кальция не приводят.

Применение препарата «Жидкий кальций» может иметь такие побочные эффекты как: вздутие (за счет выделяющегося углекислого газа, расчетный объем 336 см³ (н.у.) при полном растворении 1 капсулы), снижение активности желудочного сока (за счет его нейтрализации), тяжесть в желудке (очень вязкая консистенция содержимого капсул с высокой плотностью).

Каков метаболизм поступающего в организм биологического кальция, в рамках данного исследования не определено, для этой цели необходим эксперимент на модельных животных.

Проведенный элементный состав экстракта БАД «Капсулы нони» свидетельствует о содержании в исследуемом объекте только биогенных элементов и об отсутствии токсичных элементов и тяжелых металлов.

Состав основных действующих веществ экстракта и вспомогательных компонентов не указан. Исходя из литературных данных: «Он (экстракт) обладает мощным антиоксидантным действием и освобождает организм от главных «инструментов» старения – свободных радикалов» [5], сочли целесообразным исследовать его антиоксидантную активность (АОА), которая составила 0,611±0,24 мг/г сухого вещества [4]. Это средний показатель АОА растительных субстанций. Литературные данные для сравнения: высоким значением АОА активности (мг/г) обладают *Mentha piperita* L. (мята перечная) 14,79±1,21, *Origanum vulgare* L. (душица обыкновенная) 6,54±0,44; аналогичные значения у *Melissa officinalis* L. (мелисса лекарственная) 0,68±0,05, *Lavandula angustifolia* Mill. (лаванда узколистная) 0,60±0,04; низкие показатели АОА у *Tanacetum vulgare* L. (пижма обыкновенная) 0,14±0,01, *Anemone sylvestris* L. (ветреница лесная) 0,14±0,01.

Вывод о том, как влияет исследуемый объект на нормализацию пищеварения, лечение артрита, уровень холестерина и других, заявленных в инструкции, областей применения можно сделать только после проведения доклинических и клинических исследований *in vivo*.

Список литературы:

1. Беспалов В. Г., Некрасова В. Б., Иорданишвили А. К. Современный взгляд на биологически активные добавки к пище и их использование в лечебно-профилактических целях в клинической медицине // Медицина. XXI век. – 2007. – № 8 (9). – С. 86-94.
2. Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ пищевых продуктов: В 4-х книгах, 2-е изд., перераб. и доп. – Книга 1. Титриметрические методы анализа. – М.: КолосС, 2005. – 239 с.
3. Максимова Т.В., Никулина И.Н., Пахомов В.П., Шкарина Е.И., Чумакова З.В., Арзамасцев А.П. Способ определения антиокислительной активности. Патент РФ, №2170930. – 2001.
4. Рябинина Е.И., Зотова Е.Е., Ветрова Е.Н., Пономарева Н.И., Илюшина Т.Н. Новый подход в оценке антиоксидантной активности растительного сырья при исследовании процесса аутоокисления адреналина // Химия растительного сырья. – 2011. – № 3. – С. 117-121.
5. Сайт компании «Эвалар» [Электронный ресурс]. Режим доступа – <https://www.evalar.ru/shop/sok-noni>

Связующие композиции для брикетирования производственных отходов угольной промышленности

*Соловьев Т.М., аспирант,
ИПНГ ФИЦ ЯНЦ СО РАН,
г. Якутск
E-mail: tuskulsolovev@yandex.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., Буренина О.Н.
к.т.н., Николаева Л.А.*

Проблема образования углеродсодержащих тонкодисперсных отходов, оказывающих отрицательное воздействие на экологию окружающей среды, на угледобывающих предприятиях, стоит наиболее остро для всех угольных регионов России [1, 7].

Одним из способов решения данной проблемы является брикетирование угольной мелочи. В данной работе приведен краткий обзор результатов исследований технологии брикетирования бурых углей, проведенных сотрудниками Института проблем нефти и газа СО РАН.

В работе [2, стр. 406] были исследованы свойства композитного брикета на основе гудрона, модифицированного природными наполнителями – сапрпель, цеолит. Данные наполнители характеризуются повышенной удельной поверхностью, пористостью, а также высокими адсорбционными характеристиками. Выбор данных наполнителей обусловлен их доступностью и дешевизной. В ходе исследования были выявлены закономерности влияния содержания и состава наполнителей на эксплуатационные свойства брикетов. Применение дисперсных соединений, в качестве

модифицирующих добавок при наполнении гудрона, позволяет повысить адгезионное взаимодействие на границе раздела фаз.

Получаемые при оптимизированных технологических параметрах и составах данные брикеты обладают повышенными прочностными, теплотворными и гидрофобными свойствами (табл. 1). Однако в данной технологии упрочнение и образование защитной гидрофобной оболочки происходит за счет спекания при температуре 250°C высокомолекулярных соединений, содержащихся в гудроне. Энергозатратная технология брикетирования отрицательно влияет на конечную стоимость продукта.

В настоящее время, несмотря на большое разнообразие связующих веществ, ощущается дефицит доступных, экологически безопасных и сравнительно дешевых связующих материалов, обеспечивающих создание брикетов с необходимыми техническими характеристиками.

В условиях Республики Саха (Якутия), наиболее целесообразным для брикетирования бурых углей, является применение альтернативных видов связующего и новых, менее затратных методов брикетирования на основе местных сырьевых отходов.

На сегодняшний день перспективным направлением получения твердого топлива является окускование биомассы. В лесоперерабатывающих предприятиях РС (Я), на данный момент, отсутствует переработка вторичного сырья. Вследствие этого, около 60% от объема заготовленной древесины ежегодно теряется в виде безвозвратных технологических отходов [3, стр. 2]. В то же время, на крупнейших нефтебазах Республики Саха (Якутия) АО "Саханефтегазсбыт" и АО НК "Туймаада-нефть", в процессе хранения нефтепродуктов образуются многотоннажные отходы нефтешламов, которые необходимо утилизировать [4, стр. 110].

Таблица 1

Основные технические характеристики брикетов из бурого угля

Состав, мас. %	$\sigma_{сж}$, МПа	W, %	A ^d , %	V ^{daf} , %	Q ^{daf} _s , МДж/кг	Q ^f _i , МДж/кг
Уголь 85%+опилки 15%	18,5	4,1	14,7	55,9	27,10	20,40
Уголь 30%+опилки 55% + нефтешлам 15%	13,2	2,8	13,9	69,0	29,80	22,10
Уголь 85% +гудрон 15%	6,1	2,1	16,0	45,8	28,64	19,93
Уголь 75% +гудрон 15% +сапрпель 10%	12,1	2,2	18,4	49,0	29,86	21,06
Уголь 75% +гудрон 15% +акт.сапрпель 10 %	25,1	2,2	14,2	48,0	29,89	21,07
Уголь 75% +гудрон 15% +цеолит 10%	15,5	2,4	22,5	50,8	28,66	19,15
Уголь 75%+гудрон 15% +акт.цеолит 10%	19,6	2,5	26,8	54,7	28,68	18,72
Показатели ГОСТ 7299-84	7,8	3,00	25,0	65,0	29,73	-

Примечание: $\sigma_{сж}$ – прочность при сжатии; A^d – зольность; V^{daf} – выход летучих веществ; W – влажность топлива; Q^{daf}_s – высшая теплота сгорания; Q^f_i – низшая теплота сгорания.

С целью получения дешевого и качественного связующего для производства композитных топливных брикетов, предлагается использовать нефтяной шлам, накопленный в нефтехранилищах, и древесные отходы от лесозаготовки и лесопереработки, что даст возможность существенно снизить себестоимость брикетов при повышении их технических и теплотворных качеств, улучшить экологическую обстановку и решить топливную проблему регионов Республики Саха (Якутия).

Проведенный анализ группового состава нефтяного шлама выявил низкое содержание асфальто-смоло-парафиновых составляющих. Низкое содержание асфальтенов не позволяет получить брикет с удовлетворительными прочностными характеристиками [4, стр. 111]. Таким образом, нефтяные шламы были добавлены в брикет с целью повышения гидрофобных свойств угольных брикетов. Исследования свойств древесно-угольных брикетов показали, что древесные отходы могут быть использованы как эффективное связующее для брикетирования бурых углей [5, стр. 70].

Технологический процесс брикетирования, с использованием древесно-шламовых отходов, включает в себя: подготовку бурого угля и связующей композиции, разогрев смеси, прессование, охлаждение. Подготовка исходных компонентов (угля и отходов древесины) к брикетированию заключалась в их сушке, в течение 3 часов, при температуре 110°C, и измельчении. Для брикетирования использовались фракционированные до 2,5 мм бурый уголь, и до 1,25 мм - древесные опилки. После этого составлялись композиции для брикетирования, при этом содержание опилок в смеси составляло 45, 50, 55 мас.%, содержание нефтешлама 10, 15, 20 мас.%. Прессование проводилось на гидравлическом прессе, при давлении 120 Мпа, с предварительным подогревом смеси до 60°C. Для каждой серии изготавливалось по 5 цилиндрических образцов диаметром 25 мм.

Установлено, что в лабораторных условиях оптимальными параметрами получения качественных топливных древесно-угольных брикетов являются: 1) крупность угля - 0-2,5мм, крупность опилок – 0-1,25мм; 2) содержание опилок в смеси – 10 масс. %; 3) влажность смеси - 10 -12%; 4) давление прессования - 170 МПа; 5) температура нагрева шихты 100°C; 6) время выдержки при температуре нагрева шихты 180 мин.

Получаемые при оптимизированных технологических параметрах и составах брикеты - прочные, с низкой себестоимостью, низкой зольностью, не токсичны, экономичны в использовании, транспортабельны, благодаря своей компактности характеризуются удобством при хранении, и представляют собой экологически безопасный вид топлива (табл.1.). Композитные брикеты, с рекомендуемыми составами, менее подвержены разрушению при атмосферном воздействии, и могут храниться в открытых помещениях, в естественных условиях, до полугода.

В результате многолетних систематических исследований, проводимых в Институте проблем нефти и газа СО РАН, получен и обобщен комплекс экспериментальной и теоретической информации по физико-механическим свойствам и методам изготовления топливных брикетов, на основе местного органического и минерального сырья. Разработаны технологии получения качественного и недорогого сортового топлива из бурых углей Якутии, с улучшенным комплексом физико-химических и теплотворных свойств, защищенные авторскими правами.

Создание углебрикетного производства позволит получать высокосортное топливо улучшенного качества, сокращать потери угля при хранении, позволит улучшить экологическую обстановку, утилизировать нефтяные отходы, и отходы лесопромышленных и деревообрабатывающих предприятий, и, кроме этого, повысить объемы добычи бурых углей с целью их использования для энергетики и технологической переработки, а, следовательно, интенсифицировать промышленное развитие прилегающих территорий.

Список литературы:

1. Долгосрочная программа развития угольной промышленности России на период до 2030 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1846>
2. Попов С.Н., Заровняев Б.Н., Буренина О.Н., Николаева Л.А. Особенности брикетирования бурых углей Якутии // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2014. № 9. С. 405-412. – Библиогр.: с. 406-409.
3. Николаева Л.А., Попов С.Н., Буренина О.Н., Соловьев Т.М. Утилизация отходов деревоперерабатывающих предприятий Республики Саха (Якутия) в топливные брикеты // Интернет-журнал «Науковедение» 2017. Т. 9. № 6. С. <https://naukovedenie.ru/PDF/64TVN617.pdf>. - Библиогр.: с. 2-3.
4. Соловьев Т.М., Николаева Л.А., Буренина О.Н. Разработка связующего состава брикетов бурого угля на основе нефтяных и древесных отходов // Каротажник. 2018. № 11 (293). С. 107-114. – Библиогр.: с.110-111.
5. Попов С.Н., Буренина О.Н., Николаева Л.А., Соловьев Т.М. Получение и свойства древесно-угольных топливных брикетов // Химия твердого топлива. 2018. Т. 4. № 4. С. 69-72. – Библиогр.: с. 70.
6. Кузнецов П.Ю., Гриб Н.Н., Скоморошко Ю.Н. Горная теплофизика: учебное пособие – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018 – 126с.

Обнаружение лесных пожаров в Восточной Сибири на основе экспертной оценки по многолетним спутниковым данным

*Томшин О.А.^{1,2}, мнс, Соловьева Т.Д.^{1,2}, инж.-прогр.,
¹Институт космических исследований и аэронавтики СО РАН
²Северо-восточный федеральный университет
г. Якутск
E-mail: tomshinoa@gmail.com*

Введение. Лесные пожары (ЛП) являются важным природным фактором, оказывающим значительное влияние на окружающую среду. В результате пожаров в атмосферу выбрасывается значительное количество парниковых газов (CO₂, CO, CH₄, NO_x) и аэрозольных дымовых частиц, влияющих на физико-химические процессы в атмосфере, радиационный баланс и, в целом, на климат [1-5]. Газодымовые выбросы могут переноситься на значительные расстояния от очагов сибирских пожаров [6].

Целью работы является детектирование пожаров на территории Восточной Сибири по данным LTDR AVHRR (1984-2016), с помощью комбинированного подхода на основе многопорогового алгоритма и экспертной оценки, с привлечением

километровых (LAC) и четырёхкилометровых (GAC) снимков AVHRR, из архива NOAA CLASS и выделенных на них активных очагов («хотспотов»).

Данные и методика. В качестве исследуемого региона была выбрана Восточная Сибирь, большая часть территории которой покрыта бореальными лесами, ежегодно страдающими от лесных пожаров.

В качестве исходного набора данных были использованы данные проекта LTDR v. 5 (Land Long Term Data Record), представленные в виде глобальных дневных композитных снимков AVHRR/NOAA, с пространственным разрешением $0,05^\circ$ (~5 км) и охватывающие период с 1981 г. по настоящее время [7].

В качестве опорных использованы данные MODIS (продукт MCD64A1 C6) и данные проекта Global Fire Emission Database (GFED-4). Продукт MCD64A1 C6 представляет собой ежемесячные карты гарей с пространственным разрешением 500 м, охватывающий временной интервал с 2001 г. по настоящее время [8]. Продукт GFED-4, создан на основе данных ATSR (1995-2001) и MODIS (MCD64A1 C5.1, 2001-н.в.), имеет пространственное разрешение $0,25^\circ$ [9].

Снимки AVHRR с километровым (LAC) и четырёхкилометровым (GAC) пространственным разрешением получены из архива NOAA CLASS (URL: <https://www.class.noaa.gov/>).

Для расчета инжектированных в атмосферу, вследствие ЛП, аэрозольных частиц PM10 и углекислого газа использовалась модель Сейлера-Крутцена [10]: $E = A \times B \times C \times D$, где А – площадь гарей [м²], В – плотность сгоревшей биомассы [кг/м²], С – доля сгоревшей биомассы [%], D – удельная масса вещества, выбрасываемая при сгорании [г/кг], E – общая масса вещества, выбрасываемая в результате пожара [г].

За последние два десятка лет было разработано большое количество методов и алгоритмов детектирования гарей лесных пожаров, по данным дистанционного зондирования. Однако достоверность дешифрации гарей по космоснимкам зависит не только от технических параметров съемочной аппаратуры, времени и условия съемок, но и во многом – от локальных климатогеографических особенностей и характеристик растительности рассматриваемого региона.

В работе [11] предложена функциональная схема алгоритма детектирования гарей, показавшего хорошие результаты при обнаружении гарей в бореальных лесах. Детектирование гарей с помощью этого алгоритма осуществляется в два этапа. На первом этапе происходит выделение потенциально выгоревших участков с помощью порогового алгоритма, основанного на определении гарей по наибольшим значениям индекса BBFI (Burned Boreal Forest Index) и по ряду вспомогательных параметров (Global Environmental Monitoring Index, 1-3 каналы AVHRR). На втором этапе осуществляется валидация выделенных участков, с помощью, заранее обученной, на тестовом наборе данных, байесовской сети, результаты которой сильно зависят от качества исходного набора данных, на котором происходит её обучение.

Для территории Восточной Сибири на данный момент отсутствуют наземные данные с результатами достоверного картирования гарей за продолжительный период, поэтому в качестве обучающего набора данных часто используются данные MODIS. Однако, как выяснилось в ходе работы, алгоритм MODIS может выдавать недостоверные гари на местности со сложным рельефом и/или типом подстилающей поверхности, которые в дальнейшем могут быть «унаследованы» байесовской сетью.

Уровень достоверности обнаруженных гарей можно повысить, отсеив ложные на основе экспертной оценки, сделанной с привлечением дополнительных критериев. Для этого гари, обнаруженные с помощью порогового этапа алгоритма, разработанного по функциональной схеме [11], подвергаются валидации в следующей последовательности. На первом этапе исключаются гари, совпадающие с водными объектами. Далее происходит сопоставление с гарями предыдущего года: на этом этапе отсеиваются гари, не относящиеся к текущему году. На следующем шаге процедуры валидации привлекаются «хотспоты», которые были обнаружены в течение пожароопасного сезона по данным AVHRR, с помощью алгоритма [12]. В случае, если на участке локализации гари обнаруживаются «хотспоты», то она идентифицируется как достоверная, в противном случае процесс валидации продолжается с использованием снимков 2-го канала радиометра AVHRR (LAC, GAC). Достоверность гари в такой ситуации подтверждается визуально наблюдаемыми на снимке высококонтрастным темным объектом (с низкими значениями альбедо) и/или – характерными дымовыми шлейфами. В наиболее сложных случаях анализируются данные о рельефе подстилающей поверхности, типе растительности и почвы местности, сроков космосъемки и пр. Безусловно, такой подход требует выполнения «ручной» работы, объём которой зависит от размеров обрабатываемой территории, поэтому его применение оправдано в региональных масштабах.

Обсуждение результатов. На рис. 1а представлены результаты обработки данных AVHRR с помощью комбинированного подхода (КП) (красная линия), данные MODIS MCD64A1 C6 (синяя линия) и данные GFED-4 (чёрная линия). Как видно из рисунков, полученные в работе количественные оценки выгоревшей территории хорошо согласуются с данными MODIS в период с 2001 по 2016 гг. и данными GFED-4 в период с 1995 по 2016 гг.

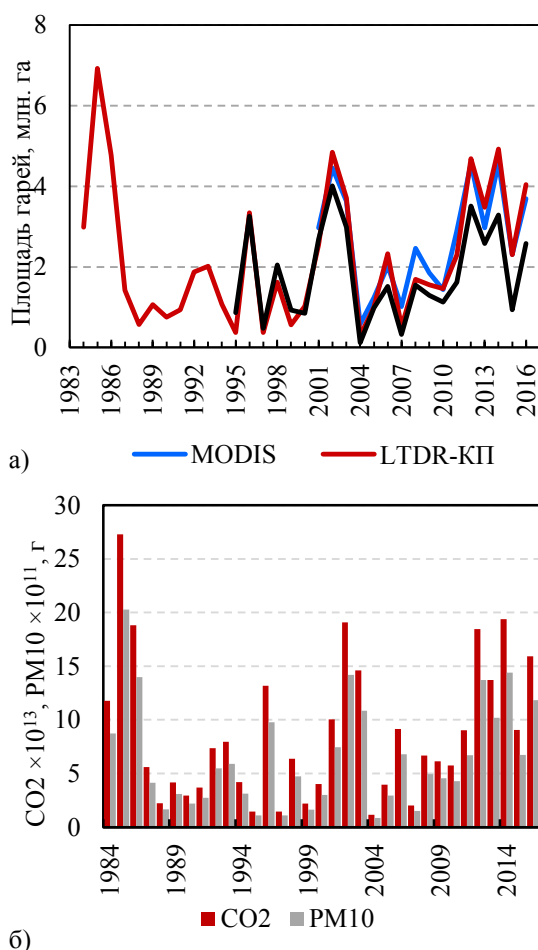


Рис. 1. а) Межгодовые вариации площади гарей по данным MODIS, GFED-4 и обнаруженных с помощью комбинированного подхода (LTDR-КП); б) выбросы аэрозольных частиц PM₁₀ и углекислого газа от ЛП

Значения коэффициента корреляции составили 0,98 ($P < 0,001$) и 0,94 ($P < 0,001$) для MCD64A1 C6 и GFED-4, соответственно, что позволяет применить комбинированный подход ко всему набору данных AVHRR (LTDR) с 1984 г. Величина средней относительной ошибки (MAPE) для данных MODIS составила 16,5%, для данных GFED-4 – 40,6%.

За рассматриваемый период можно выделить несколько наиболее пожароопасных сезонов – 1985-1986, 2002, 2012, 2014, 2016 с площадью гарей от ~4 до ~7 млн. га. Из рис. 1б видно, что за наиболее пожароопасные сезоны в атмосферу в среднем было выброшено ~200 Тг CO₂, ~1,5 Тг аэрозольных частиц PM₁₀. Суммарные выбросы CO₂ и PM₁₀ за весь рассматриваемый период составили ~2900 Тг и ~21,5 Тг, соответственно.

Заключение. С помощью комбинированного подхода, включающего валидацию обнаруженных пороговым алгоритмом гарей на основе экспертной оценки, были детектированы гари лесных пожаров на территории Восточной Сибири, по данным AVHRR/NOAA (проект LTDR) за период 1984-2016 гг.

Полученные результаты хорошо согласуются с данными MODIS и GFED-4: коэффициенты корреляции составили ~ 0.95 и ~ 0.87, а средние относительные ошибки 16,5% и 40,6%, соответственно. Заметный процент относительных ошибок во многом

обусловлен разницей пространственных разрешений снимков MODIS и AVHRR (LTDR); данные GFED-4 построены по данным MODIS и ATSR.

Предварительный анализ полученных результатов позволил сделать количественную оценку пожароопасности на территории Восточной Сибири в 1984-2000 гг. При этом, в наиболее пожароопасные сезоны (1985-1986, 2002, 2012, 2014, 2016 гг.) в атмосферу в среднем инжектировалось ~170 Тг CO₂ и ~1,3 Тг аэрозольных частиц PM₁₀.

Список литературы:

1. Соловьев В.С., Козлов В.И., Муллаяров В.А. Дистанционный мониторинг лесных пожаров и гроз в Якутии, отв. редактор Соловьев С.И. ИКФИА СО РАН. Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН. 2009. 108 с.
2. Соловьев В.С., Будищев А.А. Возмущения аэрозольной оптической толщины атмосферы, вызванные лесными пожарами в Якутии // Оптика атмосферы и океана. 2010. Т. 23. № 7. С. 626-629.
3. Томшин О.А., Протопопов А.В., Соловьев В.С. Исследование вариаций атмосферного аэрозоля и угарного газа в области лесных пожаров // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 1. С. 145-150.
4. Tomshin O.A., Solovyev V.S. Study of variations in parameters of atmospheric aerosol due to large-scale forest fires in Central Yakutia (2002) // Atmos. Ocean Opt. 2015. V. 28, №1. P. 95-99. (doi:10.1134/S1024856015010145)
5. Томшин О.А., Соловьев В.С. Исследование крупномасштабных неоднородностей аэрозольных полей, вызванных лесными пожарами в Сибири // Оптика атмосферы и океана. 2016. Т. 29. № 07. С. 598-602.
6. Tomshin O. A., Solovyev V. S. The impact of large-scale forest fires on atmospheric aerosol characteristics // International Journal of Remote Sensing. 2014. V. 35, № 15. P. 5742-5749.
7. Pedelty J., Devadiga S., Masuoka E., Brown M., Pinzon J., Tucker C., Vermote E., Prince S., Nagol J., Justice C., Roy D., Junchang Ju, Schaaf C., Jicheng Liu, Privette J., Pinheiro A. Generating a long-term land data record from the AVHRR and MODIS Instruments // IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Barcelona. 2007. P. 1021-1025.
8. Giglio L., Boschetti L., Roy D.P., Humber M.L., Justice C.O. The Collection 6 MODIS burned area mapping algorithm and product // Remote Sensing of Environment. 2018. Vol. 217. P. 72-85.
9. Giglio L., Randerson J.T., van der Werf G.R. Analysis of daily, monthly, and annual burned area using the fourth-generation global fire emissions database (GFED4) // J. Geophys. Res. Biogeosci. 2013. Vol. 118. No. 1. P. 317–328.
10. Seiler W., Crutzen P.J. Estimates of gross and net fluxes of carbon between the biosphere and atmosphere from biomass burning // Climatic Change. 1980. V. 2. № 3. P. 207-247.
11. Moreno Ruiz J.A., Riaño D., Arbelo M., French N.H.F., Ustin S.L., Whiting M.L. Burned area mapping time series in Canada (1984–1999) from NOAA-AVHRR LTDR: A comparison with other remote sensing products and fire perimeters // Remote Sens. Environ. 2012. Vol. 117. P. 407–414.

12. Li Z., Kaufman Y.J., Ichoku C., Fraser R., Trishchenko A., Giglio L., Jin J., Yu X. A Review of AVHRR-based Active Fire Detection Algorithms: Principles, Limitations, and Recommendations // Global and Regional Vegetation Fire Monitoring from Space: Planning a Coordinated International Effort. Hague: SPB Academic Publishing BV, 2000. P. 199-225.

Сезонная динамика лесопожарной активности в Якутии и её влияние на аэрозольные параметры атмосферы

Томшин О.А.^{1,2}, мнс,

¹Институт космических исследований и аэронавтики СО РАН

²Северо-восточный федеральный университет

г. Якутск

E-mail: tomshinoa@gmail.com

Введение. Лесные пожары (ЛП) являются важным природным фактором, оказывающим значительное влияние на окружающую среду [1-3]. В ходе пожаров в атмосферу выбрасывается значительное количество парниковых газов и аэрозольных частиц, влияющих на химические процессы в атмосфере, радиационный баланс и в целом климат. Исследованиям крупномасштабных лесных пожаров и их влияния на характеристики атмосферных аэрозолей посвящен ряд публикаций [4-6].

Цель работы – исследование влияния лесопожарной активности на сезонный ход аэрозольных характеристик атмосферы и общего содержания СО в бореальных лесах Восточной Сибири (Якутии).

Данные. В работе использованы данные радиометров MODIS/Terra, AIRS/Aqua, OMI/Aura, [7] и AVHRR/NOAA [3], полученные в период май-сентябрь 2001-2016 гг. Анализ вариаций метеопараметров приземного слоя воздуха проводился по данным проекта NCEP/NCAR Reanalysis [8]. Для оценки степени возмущающего воздействия лесопожарной активности на параметры атмосферы, из рассматриваемого периода были выделены годы с высоким (2001, 2002, 2012-2014 гг.), средним (2003, 2005, 2008-2011 гг.) и низким (2004, 2006, 2007, 2015, 2016 гг.) уровнем лесопожарной активности.

Обсуждение результатов. Для пожароопасных периодов с высоким, средним и низким уровнем пирогенной активности на территории Якутии, построены среднемесячные графики количества детектированных «хотспотов» и значений АОТ, АИ, СО (рис. 1). На рис. 1а показаны вариации количества «хотспотов» в годы с различным уровнем лесопожарной активности. Количество «хотспотов» в мае и июне, в годы с высоким и средним уровнем активности, отличается незначительно. Максимум лесных пожаров во всех трех периодах приходится на июль, однако его величина значительно различается. Так, для наиболее пожароопасных периодов максимальное значение составляет ~12000, для средних ~4000 и ~400 для наименее пожароопасных. В августе, для средних и непожароопасных периодов, наблюдается значительный спад активности ЛП в среднем на 70% по сравнению с июлем, в то время как для пожароопасных периодов, спад составляет только 25%. В сентябре лесопожарная активность во всех трех периодах прекращается.

Вариации АОТ в период май-сентябрь представлены на рис. 1б. Сезонный ход АОТ в периоды со средним и низким уровнем лесопожарной активности отличается

незначительно. Значения АОТ, в эти периоды, спадают с мая по июнь, затем наблюдается рост и максимум в июле ($\sim 0,2-0,25$), и плавное падение до минимума в сентябре ($\sim 0,1$). В пожароопасные периоды рост значений в июле, более значителен и достигает $\sim 0,3$, после чего следует максимум в августе ($\sim 0,35$) и резкий спад до минимума в сентябре ($\sim 0,1$). Отклик на ЛП в вариациях АИ (рис. 1в) больше по сравнению с АОТ и лучше согласуется с вариациями пожаров – резкий рост значений с максимумом в июле, после чего следует небольшой спад в августе. Более слабая реакция АОТ обусловлена априорным занижением этого параметра, вследствие крайне высокой плотности дымовых шлейфов (соответственно, критически высоких для методики расчета АОТ значений альбедо), экранирующих исследуемый участок.

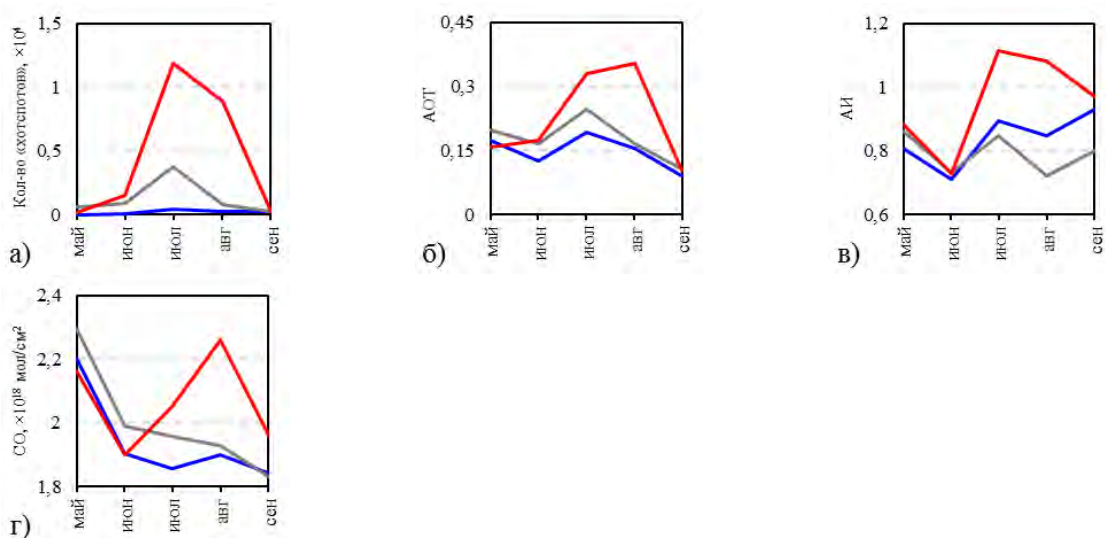


Рис. 1. Вариации: а) количества «хотспотов», б) АОТ, в) АИ и г) общего содержания СО в период май-сентябрь в годы с высоким (красные линии), средним (серые линии) и низким (синие линии) уровнем лесопожарной активности

На рис. 1г представлены вариации общего содержания угарного газа. В годы со средним и низким уровнем лесопожарной активности, сезонный ход СО имеет одинаковый вид – максимум приходится на май, после чего следует постепенный спад значений до сентября. Вариации СО в наиболее пожароопасные периоды имеют значительные отличия – после спада в мае-июне, наблюдается рост значений в июле, максимум в августе ($2,2 \times 10^{18}$ мол/см²) и спад в сентябре. Рост общего содержания СО, в этот период, наиболее вероятно вызван именно лесопожарной активностью.

Вариации отклонений значений метеопараметров от среднееголетних представлены на рис. 2. В годы с высоким и средним уровнем лесопожарной активности, наблюдались повышенные значения температуры воздуха, в период май-июль, относительно среднееголетних (рис. 2а), что способствовало возникновению и развитию ЛП. Значения относительной влажности (рис. 2б), в период май-сентябрь, в годы с высоким и средним количеством ЛП более низкие, в то время как в наименее пожароопасные года значения влажности ближе к среднееголетним. Как следует из рис. 2в, сезонный ход осадков во все периоды примерно одинаков.

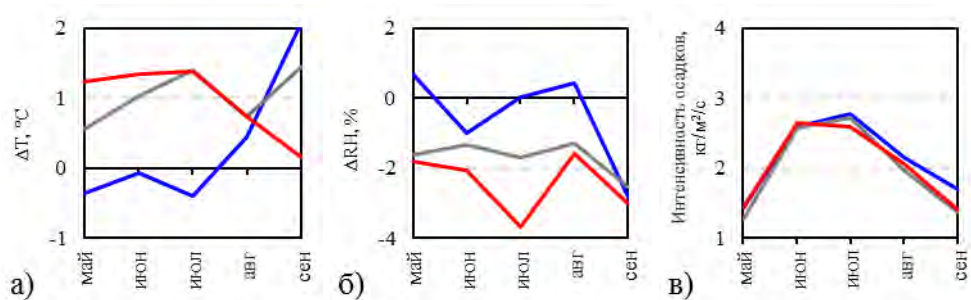


Рис. 2. Вариации: а) ΔT , б) ΔRH и в) интенсивности осадков в период май-сентябрь в годы с высоким (красные линии), средним (серые линии) и низким (синие линии) уровнем лесопожарной активности

На рис. 3 приведены карты пространственного распределения среднесуточных значений АОТ (рис. 3а), АИ (рис. 3б) и общего содержания угарного газа (рис. 3в) за 22 июля 2014 года. Максимальные, среднесуточные значения, многократно превысили фоновые и составили: в распределении АОТ 4,9 (фоновые значения $\sim 0,2$), АИ – 6 (фоновые значения $\sim 0,8$), общего содержания СО – $5,4 \times 10^{18}$ мол./см² (фоновые значения $1,85 \times 10^{18}$ мол./см²). Как видно из рисунков, аэрозольное облако, образовавшееся вследствие лесных пожаров в западной части Якутии, выносится воздушными массами в западном направлении, причём концентрация угарного газа сохраняется высокой на протяжении всего пути перемещения аэрозольного облака.

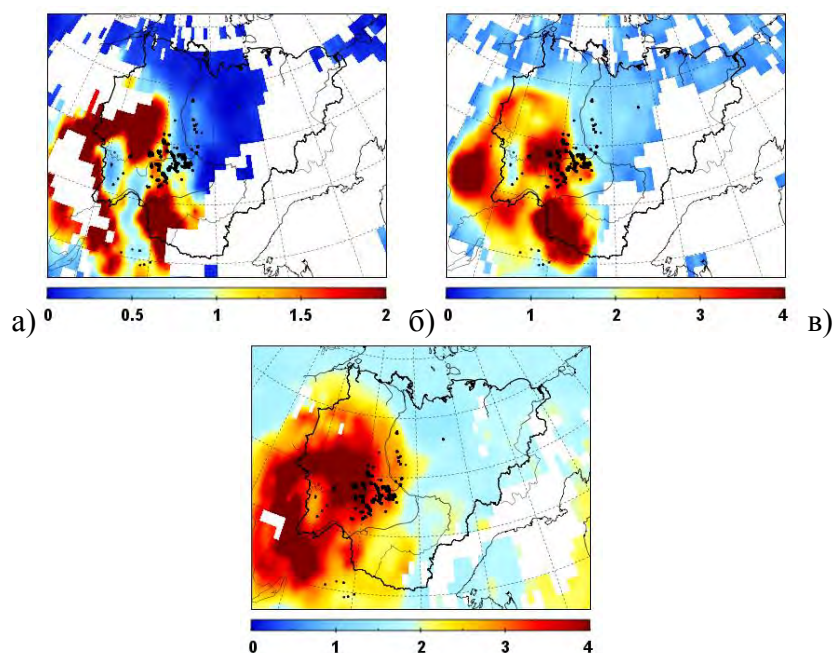


Рис. 3. Карты пространственного распределения значений: а) АОТ, б) АИ и в) общего содержания СО ($\times 10^{18}$ мол./см²) за 22 июля 2014 г. Черными точками отмечены «хотспоты».

Выводы. Лесные пожары в Якутии, оказывают значительное воздействие на сезонный ход аэрозольной компоненты атмосферы, формируя существенный рост АОТ/АИ в июле-августе. В отдельные месяца с наиболее высоким уровнем пирогенной активности, среднемесячные значения АОТ, по исследуемому участку (Якутия),

значительно превышали фоновые, достигая значений 0,48. При этом значения АОТ в отдельных ячейках, среднемесячной карты распределения, достигали 1,73.

Распределение АИ даёт более адекватную оценку содержания аэрозолей в атмосфере, при высоких значениях альbedo подстилающей поверхности, поскольку АОТ, в силу методических ограничений не рассчитывается в условиях сильной задымленности, характеризующейся высокими значениями альbedo.

В годы с высоким и средним уровнем лесопожарной активности, наблюдались повышенные значения температуры воздуха в период май-июль, относительно среднемноголетних. Значения относительной влажности в период май-сентябрь, в годы с высоким и средним количеством ЛП, более низкие, в то время как в наименее пожароопасные года значения влажности ближе к среднемноголетним. Сезонный ход осадков во все периоды примерно одинаков.

Список литературы:

1. Швиденко А.З., Щепаченко Д.Г., Ваганов Е.А., Сухинин А.И., Максютлов Ш.Ш., МкКаллум И., Лакида И.П. Влияние природных пожаров в России 1998-2010 гг. на экосистемы и глобальный углеродный бюджет // Доклады академии наук. 2011. Т. 441. № 4. С. 544-548.
2. Щербаков И.П., Забелин О.Ф., Карпель Б.А. и др. Лесные пожары в Якутии и их влияние на природу леса. Новосибирск: Наука. 1979. 226 с.
3. Соловьев В.С., Козлов В.И., Муллаяров В.А. Дистанционный мониторинг лесных пожаров и гроз в Якутии, отв. редактор Соловьев С.И. ИКФИА СО РАН. Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН. 2009. 108 с.
4. Соловьев В.С., Будищев А.А. Возмущения аэрозольной оптической толщины атмосферы, вызванные лесными пожарами в Якутии // Оптика атмосферы и океана. 2010. Т. 23. № 7. С. 626-629.
5. Томшин О.А., Протопопов А.В., Соловьев В.С. Исследование вариаций атмосферного аэрозоля и угарного газа в области лесных пожаров // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 1. С. 145-150.
6. Tomshin O. A., Solovyev V. S. The impact of large-scale forest fires on atmospheric aerosol characteristics // International Journal of Remote Sensing. 2014. V. 35, № 15. P. 5742-5749.
7. Acker J.G., Leptoukh G. Online Analysis Enhances Use of NASA Earth Science Data // Eos, Transactions AGU. 2007. V. 88. № 2. P. 14-17.
8. Kalnay E., Kanamitsu M., Kistler R., Collins W., Deaven D., Gandin L., Iredell M., Saha S., White G., Woollen J., Zhu Y., Leetmaa A., Reynolds R., Chelliah M., Ebisuzaki W., Higgins W., Janowiak J., Mo K.C., Ropelewski C., Wang J., Jenne R., Joseph D. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project // Bull. Amer. Meteor. Soc. 1996. № 77. P. 437-470.

Некоторые результаты решения обратной задачи гравиметрии для выделенного участка Приморского края

*Шадрин А.В., Миронова М.А., студенты,
ФГБОУ ВО СВГУ, факультет Естественных наук и математики СВГУ*

*Научный руководитель:
к.г.-м.н., доцент, кафедра геологии и физики Земли СВГУ
Цыганкова И.П.*

Из теории аномального гравитационного поля [1] известно, что изменение (аномалия) силы тяжести обусловлено пространственными параметрами возмущающего объекта, глубиной его залегания, избыточной плотностью $\Delta\sigma$. Зная аномалии Буге Δg_B , можно проводить оценку многих характеристик глубинных геологических структур. Для такой оценки используется особый метод интерпретации гравиметрических данных, разработанный в лаборатории региональной геофизики СВКНИИ ДВО РАН [2].

Порядок работы определяют два основных принципа:

1) источники аномалий силы тяжести имеют преимущественно блоковую природу;

2) верхние и нижние ограничения плотностных неоднородностей, в форме блоков с квазивертикальными боковыми поверхностями, совпадают с горизонтальными поверхностями расслоения литосферы. Иными словами, верхние и нижние ограничения блоков формируют эти поверхности.

При работе с картой аномалий силы тяжести, в редукции Буге, в условном уровне масштаба 1:1000000, для участка территории Приморского края, ограниченного координатами $42,2^{\circ} - 44,9^{\circ}$ с.ш. и $131,8^{\circ} - 137,8^{\circ}$ в.д., сначала были выделены контуры блоков, которые в свою очередь, определяются существующей сетью разломов. Фрагмент карты представлен на рис 1. Разломы выделяются по зонам повышенных горизонтальных градиентов силы тяжести.

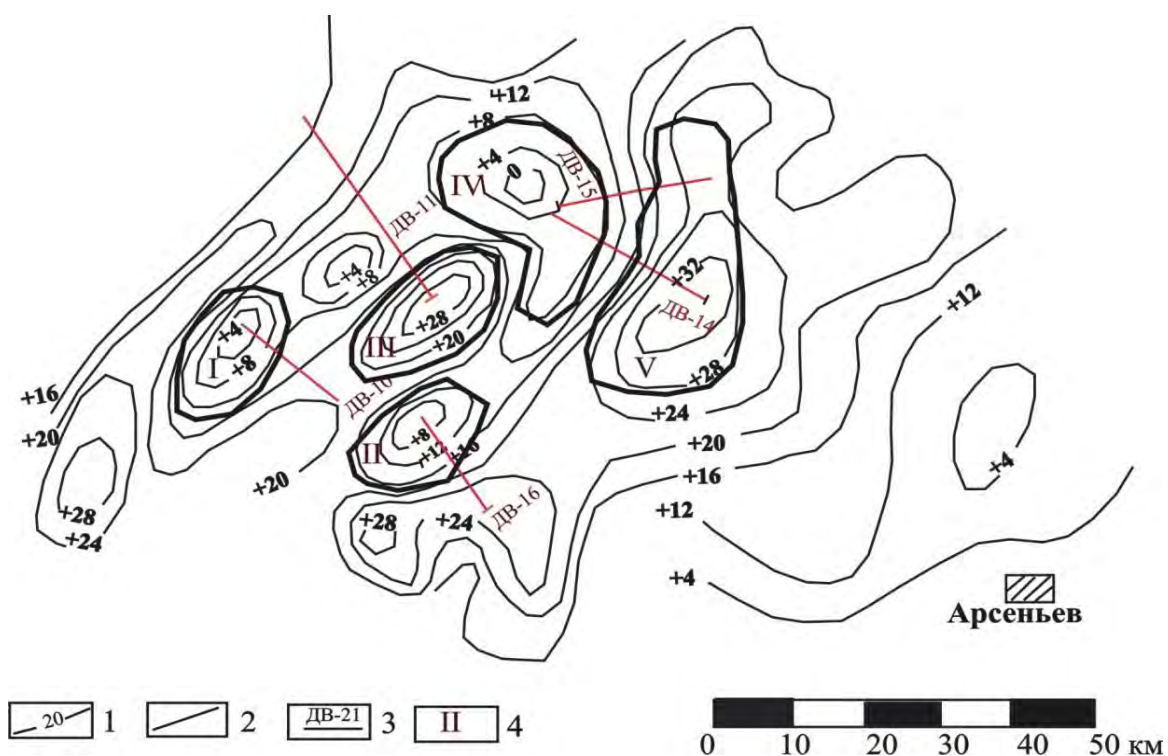


Рис. 1. Фрагмент карты аномалий силы тяжести в редукции Буге (Приморский край)
 1 – условные изоаномалы поля силы тяжести; 2 – разломы (разрывные нарушения); 3 -
 интерпретационные профили; 4 – номер блока

Для расчета размеров блоков, представленных на рисунке 1, были выделены 5 профилей, и построены 5 графиков зависимости $\Delta g(x)$, где x – координата точки вдоль профиля (рис. 2). Повторно кривые зависимости строились в билогарифмическом масштабе, т. е. в системе координат, где по вертикальной оси откладываются значения $\lg \Delta g$, а по оси абсцисс $\lg x$.

Для интерпретации кривых использовались логарифмические палетки, которые построены для тела в форме прямоугольного параллелепипеда. По номеру палеточной кривой и двум осям были определены глубина залегания, аномальная плотность, максимальное значение аномалии Δg [таблица 1]. В первом приближении считается, что блоки имеют форму прямоугольных параллелепипедов с указанными пространственными и плотностными параметрами.

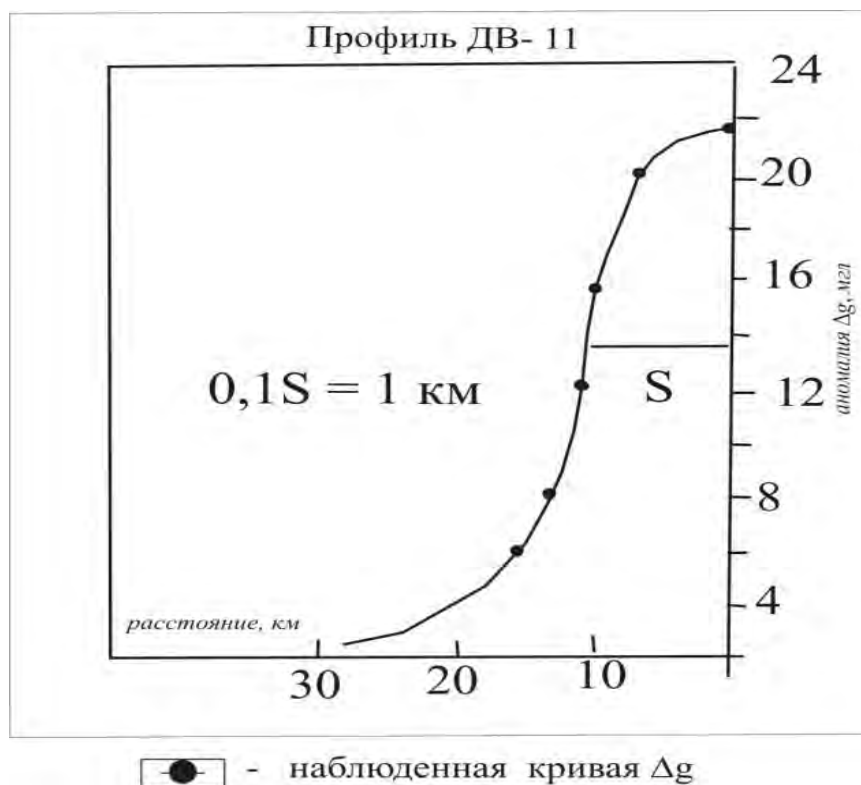


Рис. 2. График зависимости аномалии силы тяжести от расстояния вдоль профиля ДВ-11

Таблица 1

Результаты палеточной интерпретации			
№ профиля	$\Delta\sigma$, г/см ³	z_1 , км	z_2 , км
ДВ-10	0,081	0,05	20,1
ДВ-11	0,108	0,16	10
ДВ-14	0,099	0,7	16,2
ДВ-15	0,07	0,35	20,2
ДВ-16	0,076	0,18	18

Здесь z_1 – глубина верхнего ограничения блока; z_2 – глубина нижнего ограничения блока; $\Delta\sigma$ - горизонтальный скачок плотности на боковой грани блока.

Основные выводы:

1. Блоки I, II, III имеют северо-восточное простирание, блоки IV, V почти меридиональное.
2. Блоки III, V сложены породами более плотными (большой скачок плотности)
3. Очевидно, что глубины верхних ограничений блоков тяготеют к самой верхней части разрезов – несколько десятков метров.

В целом анализ рабочей карты изолиний Δg_B , позволил увидеть, что геофизическая картина весьма сложная. Относясь к области мезозойской складчатости, указанная площадь имеет много разломов. Известно, что на территории Приморья существует более десяти крупных и большое количество мелких разломов, формирующих Сихотэ-Алиньскую горную страну. Система горных цепей прослеживается на карте аномалий силы тяжести, по простиранию на северо-восток.

Зоны разломов хорошо выражены интенсивными аномалиями, отличаются прямолинейностью. Они разделяют блоки, отличающиеся большой разностью Δg_B .

Для более точных расчетов необходимо учитывать реальную форму блоков. Это возможно компьютерным подбором теоретических кривых, по отдельным интерпретационным профилям. И это уже этап второго приближения, который будет реализован в дальнейшей обработке данных.

Список литературы:

1. Геофизика: учебник, под ред. Хмелевского В.К./В.А. Богословский, Ю.И. Горбачев, А.Д. Жигалин и др. – КДУ Москва, 2007. – С. 320
2. Вашилов Ю.Я. Блоково – слоистая модель земной коры и верхней мантии. –М.: Наука, 1984. – 240 с.

Диссертация: обучение в аспирантуре, подготовка и защита

*Шестакова А.А., к.г.н., научный сотрудник,
ФГБУН Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН,
г. Якутск,
E-mail: aashest@mail.ru*

Одним из важных и ответственных периодов в жизни аспиранта (соискателя) является этап подготовки, и защиты диссертационной работы.

Диссертация (от лат. *dissertatio* – рассуждение, исследование) – научно-исследовательская работа, имеющая квалификационный характер, подготовленная для публичной защиты и получения ученой степени.

Диссертация – особый научный и литературно-творческий жанр. Как результат научного исследования, она должна отвечать ряду квалификационных требований.

В данной статье представлен краткий алгоритм подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

Согласно п. 9 Положения о присуждении ученых степеней [4], утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации 24 сентября 2013 г. за № 842, диссертация на соискание ученой степени кандидата наук «должна быть научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, либо изложены новые научно-обоснованные технические, технологические или иные разработки, имеющие существенное значение для развития страны».

Предусмотрено 3 этапа работ: 1) предаспирантский этап; 2) обучение в аспирантуре; 3) подготовка к защите и защита диссертации. Практически каждый шаг работы регламентирован тем или иным нормативным документом и имеет определенные временные рамки. Шаги могут быть как последовательными, так и параллельными. При разработке алгоритма использованы материалы работ [8, 2, 1].

Первый этап – это предаспирантский этап. За 1-2 года до поступления в аспирантуру, соискатель принимает решение о подготовке диссертационной работы. На этом этапе он определяет отрасль науки и специальность, по которой планирует подготовить диссертацию; выбирает организацию, в которой будет выполняться диссертационная работа; проводит переговоры с предполагаемым научным

руководителем о руководстве; готовит вступительный реферат или список опубликованных им работ; подаёт заявление и сдаёт вступительные экзамены. Вступительные испытания проводятся на конкурсной основе, которые включают себя экзамен по специальности, иностранному языку и экзамен по философии [6].

Второй этап – это обучение в аспирантуре. Обучение в аспирантуре является основной формой подготовки научно-педагогических и научных кадров, в системе высшего профессионального образования, и предоставляет гражданам возможность повышения своего образования, научной и педагогической квалификации. Подготовка в аспирантуре осуществляется в соответствии с действующей номенклатурой специальностей научных работников. Нормативный срок освоения основной образовательной программы подготовки аспиранта, при очной форме обучения составляет 3 года, при заочной форме обучения – 4 года [7]. Основная образовательная программа подготовки аспиранта состоит из следующих компонентов: образовательно-профессиональные дисциплины; факультативные дисциплины; педагогическая практика; научно-исследовательская работа аспиранта; итоговая аттестация аспиранта; подготовка диссертационной работы и представление её в диссертационный совет по присуждению учёной степени кандидата наук. Как и прежде, в индивидуальный учебный план работы аспиранта входит сдача кандидатских экзаменов по истории и философии соответствующей отрасли наук, иностранному языку и специальности, а также выделяется время на начальную (в объеме ассистентского минимума) подготовку к педагогической деятельности в высшей школе. Сдача кандидатских экзаменов по иностранному языку и истории, и философии науки, осуществляется аспирантом в первый год обучения. Завершение программы факультативного обучения аспирантом и педагогическая практика осуществляются также в первый год обучения.

Программы первых двух экзаменов должны быть ориентированы на группу родственных специальностей, а возможно и на более широкую образовательную область науки и техники. Что касается программы по специальности, то ее освоение должно сопровождаться несколькими дисциплинами, включая дисциплины не только научной специальности, но и научной отрасли.

На данном этапе учёным советом организации утверждается научный руководитель аспиранта и тема его диссертационной работы; разрабатывается структура диссертационной работы; составляется индивидуальный план аспиранта; ведется работа с литературными источниками по теме диссертации; проводится сбор, обработка и анализ научной и статистической информации; выступление на научных семинарах и конференциях с докладами и сообщениями; подготовка и публикация статей и тезисов в научных изданиях [7]. Каждый год обучения аспирант проходит аттестацию. Завершение обучения в аспирантуре сопровождается: проведением обсуждения диссертационной работы на заседании научного подразделения (кафедры, отдела, лаборатории) организации, где выполнялась работа; оформлением заключения по диссертационной работе на основании предварительной экспертизы (предзащиты), в виде выписки из протокола заседания научного подразделения, утверждаемой руководителем научной организации.

Третий этап включает подготовку к защите и защиту диссертации. В целом, процедуру защиты диссертации в диссертационном совете можно условно разделить на несколько этапов:

- апробация диссертационного исследования в организации, в которой оно выполнялось, а также в других организациях соответствующего профиля;
- принятие диссертационным советом диссертации к рассмотрению;
- принятие диссертационным советом диссертации к защите;
- проведение защиты диссертации на заседании диссертационного совета;
- подготовка и отправка пакетов документов в ВАК.

Через два месяца после завершения обучения, аспирант дорабатывает рукопись и автореферат диссертации в соответствии с дополнениями и изменениями, внесенными в диссертацию. Подготовка документов, необходимых для предварительного рассмотрения диссертации в диссертационном совете, представление документов в диссертационный совет по специальности осуществляется также через два месяца после завершения обучения. Диссертационный совет принимает к предварительному рассмотрению только диссертации, отвечающие требованиям, предусмотренным п. 9 [4], при наличии публикации по теме диссертации в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК [3] и предоставлении соискателем всех необходимых документов, согласно п. 29 [5].

На этом этапе диссертационный совет назначает комиссию из числа членов диссертационного совета (специалистов по профилю диссертации), для ознакомления с работой и составления заключения о её соответствии специальности.

Если представленная работа соответствует всем предъявляемым к ней требованиям, то диссертационный совет принимает диссертацию к защите. На этом же заседании диссертационный совет назначает двоих официальных оппонентов и ведущую (оппонирующую) организацию, по предварительному согласию их на участие в защите; дату и время проведения защиты; разрешает издание автореферата; утверждает дополнительный список его рассылки. Не позднее чем за один месяц до защиты размещает на сайте Высшей аттестационной комиссии (ВАК) текст объявления, о ее проведении вместе с авторефератом диссертации; поручает комиссии экспертов, ознакомившихся с диссертацией, подготовить по ней проект заключения диссертационного совета [5].

Публичная защита диссертации проводится под руководством председателя диссертационного совета или его заместителя. На изложение основных результатов диссертационного исследования соискателю отводится 20 минут. Доклад должен быть сжатым, содержательным и сопровождаться презентацией. После окончания доклада любой присутствующий на защите может задать соискателю вопрос, на который тот должен убедительно ответить. Далее оглашаются отзывы научного руководителя (консультанта) соискателя, ведущей организации, официальных оппонентов и отзывы, поступившие на автореферат диссертации, по которым соискателю предоставляется возможность ответить на все вопросы и замечания, содержащиеся в них. По окончании дискуссии следует тайное голосование. Вся процедура защиты должна быть предельно открытой, проходить в атмосфере требовательности, принципиальности и научной этики. При положительном решении диссертационный совет простым большинством голосов принимает заключение по диссертации. На этом заседании диссертационного совета считается закрытым.

В течение 30 дней со дня проведения защиты диссертационный совет отправляет в ВАК первый экземпляр аттестационного дела соискателя с перечнем документов, предусмотренных п. 42 [5].

Второй экземпляр аттестационного дела, с перечнем документов, предусмотренных п. 43 [5] хранится в диссертационном совете в течение 10 лет.

Решение о присуждении ученой степени кандидата наук вступает в силу со дня принятия Минобрнауки РФ решения о выдаче диплома. Срок принятия такого решения не должен превышать четырех месяцев со дня поступления аттестационного дела в Министерство.

Необходимо отметить, что подготовка и защита диссертационной работы – один из важных и ответственных этапов в работе соискателя, результативность которого определяется не только качеством самой диссертационной работы, но и слаженностью работы соискателя и диссертационного совета.

Представленный алгоритм подготовки кандидатской диссертации к защите, через обучение в аспирантуре, может быть использован аспирантами (соискателями) и их руководителями, при планировании работ над квалификационным исследованием. Отмечу, что выше приведены примерные временные параметры для защиты кандидатской диссертации в установленные сроки, которые могут быть сокращены или продлены.

Список литературы:

1. Коновалова, З.В. Подготовка и защита диссертации: методика написания, правила оформления и порядок защиты диссертации: практическое пособие для аспирантов и соискателей учёной степени / З.В. Коновалова, А.Я. Третьякова, Э.Р. Кушаева. - Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2008. 252 с.

2. Матушанский, Г.У. Становление и развитие системы послевузовской подготовки научно - педагогических кадров в России / Г.У. Матушанский, О.В. Бушмина. Казань: Изд-во Казан. гос. энерг. ун-та, 2006. 224 с.

3. Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук // Официальный сайт ВАК при Минобрнауки России [Электронный ресурс]. http://vak.ed.gov.ru/documents/10179/0/Перечень%20ВАК_30+11+2018.pdf/3660fb34-52a-4fee-83dc-9eb88735197e

4. Положение о присуждении ученых степеней, утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

5. Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденное приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 ноября 2017 г. № 1093.

6. Порядок приема на обучение по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 января 2017 г. N 13.

7. Приказ Минобрнауки России от 19.11.2013 N 1259 "Об утверждении Порядка

организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)" (Зарегистрировано в Минюсте России 28.01.2014 N 31137).

8. Райзберг, Б.А. Диссертация и учёная степень. Пособие для соискателей / Б.А. Райзберг. 3-е изд., доп. М.: Инфра-М, 2004. 416 с.

Исследование физического состояния юношей, обучающихся в Техническом институте (филиале) Северо-Восточного федерального университета в г. Нерюнгри

*Шмальц Т.А., студентка,
Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,
г. Нерюнгри
E-mail: 1111151611@gmail.com*

*Научный руководитель:
к.п.н., доцент Прокопенко Л.А.*

Студентов можно рассматривать как отдельную возрастную группу, т.к. примерно до 25-летнего возраста (период становления и роста) большинство морфологических показателей увеличивается в размерах, совершенствуются функции организма [1].

Хорошее физическое состояние молодых людей является важным фактором их успешной адаптации к учебной и трудовой деятельности [5], в связи с чем анализ физического состояния молодых людей, обучающихся в вузах, является актуальным и привлекает внимание исследователей [2, 3].

Физическое состояние человека зависит от многих факторов, в том числе условий жизни, наследственности, климатических условий.

Южно-Якутский регион, где расположен Технический институт (филиал) Северо-Восточного федерального университета (ТИ (ф) СВФУ), характеризуется суровыми климатическими условиями Севера. Это место промышленного освоения, притока большого количества мигрантов из центральных районов России. В ТИ (ф) СВФУ обучаются студенты, как русские, так и якуты (коренные жители), их соотношение находится в пределах 50:50. Нам стало интересно узнать, есть ли отличия в физическом состоянии русских и якутов, тем более что большинство студентов-якутов приезжает из отдаленных улусов Якутии.

Цель исследования: изучение и сравнение физического состояния студентов (юношей) – русских и якутов, обучающихся в ТИ (ф) СВФУ.

Исследование было проведено посредством мониторинга паспортов здоровья студентов 1-2 курсов, за 2017-2018 гг. Были изучены данные 48 студентов, из них русских – 27, якутов – 21.

К основным показателям физического состояния относятся: уровень физического развития, уровень функциональной подготовленности организма к выполнению физических нагрузок, уровень и способность к мобилизации

адаптационных резервов организма. Для их определения использовали общепринятые методики [4].

Нами были рассмотрены следующие показатели физического развития: длина тела (рост), масса тела, весо-ростовой индекс, индекс массы тела, окружность грудной клетки, экскурсия грудной клетки, сила кисти, силовой индекс, частота дыхания. Функциональную подготовленность определяли по частоте сердечных сокращений в покое, артериальному давлению, коэффициенту экономизации кровообращения, двигательным тестам с подскоками и приседаниями, пробе Штанге. Для определения адаптационных возможностей организма, изучали адаптационный потенциал и уровень функционального состояния. Все показатели подвергались математической обработке.

Рассмотрим показатели физического развития юношей (таблица 1) и дадим им оценку.

Таблица 1

Физическое развитие студентов

№ п/п	Показатель	Русские (n = 27)	Якуты (n = 21)	Достоверность различий
1.	Длина тела (см)	176,67±1,88	173,57±1,1	p<0,05
2.	Масса тела (кг)	69,51±2,45	61,97±2,02	p>0,05
3.	Весо-ростовой индекс (г/см)	393,08±13,94	356,7±11,39	p>0,05
4.	Индекс массы тела (кг/см ²)	22,28±0,79	20,55±0,66	p<0,05
5.	Окружность грудной клетки (см)	92,37±1,25	86,07±2,83	p>0,05
6.	Экскурсия грудной клетки (см)	7,37±0,34	6,79±0,46	p<0,05
7.	Сила кисти правой руки (кг)	39,07±1,4	35,86±1,91	p<0,05
8.	Сила кисти левой руки (кг)	36,63±1,44	33,62±1,85	p<0,05
9.	Силовой индекс (%)	57,41±2,02	58,3±2,35	p<0,05
10.	Частота дыхания (количество раз в минуту)	15,81±0,67	16,62±0,75	p<0,05

Из таблицы видно, что в показателях физического развития русских и якутов есть некоторые различия. Так, русские юноши выше якутов по росту, но различия незначительны, т.к. по критерию Стьюдента, показатели являются статистически не значимыми. Масса тела русских юношей превышает этот показатель у якутов, причем различия значимы. В то же время можно говорить о том, что и длина, и масса тела находятся в пределах средних величин у русских и якутов. Анализируя весо-ростовой индекс, можно сказать, что у тех и у других он находится в пределах нормы, но у русских он ближе к избытку массы тела, а у якутов – к дефициту массы тела. Окружность грудной клетки также больше у русских, чем якутов, и различия значимы.

По этим показателям можно судить о том, что русские юноши имеют более крепкое телосложение, чем якуты. Остальные показатели статистически не значимы, но имеют свои особенности. Экскурсия грудной клетки у русских юношей больше и ближе к показателям тренированных людей, чем у якутов. Силовой индекс у обеих категорий ниже нормы.

Далее рассмотрим показатели, характеризующие тренированность обследуемых (таблица 2).

Показатели функциональной подготовленности организма русских и якутов, в основном, в пределах средних значений, за исключением коэффициента экономизации кровообращения и пробы Штанге. Коэффициент экономизации кровообращения в обоих случаях больше 2600, что может указывать на затруднения в работе сердечно-сосудистой системы. Показатели пробы Штанге ниже среднего. Можно сделать вывод, что тренированность юношей невысокая.

Таблица 2

Функциональная подготовленность организма студентов

№ п/п	Показатель	Русские (n = 27)	Якуты (n = 21)	Достоверность различий
Показатели сердечно-сосудистой системы				
1.	Частота сердечных сокращений в покое (уд/мин)	66±0,87	66,9±1,15	p<0,05
2.	Артериальное давление (СД/ДД, мм рт. ст.)	119±1,68/78,3 3±1,64	114,19±2,31/7 3,29±2,02	p<0,05
3.	Коэффициент экономизации кровообращения (СД-ДД)хЧСС	2678,78±66,01	2716,05±69,28	p<0,05
4.	Двигательный тест с подскоками (%)	29,95±4,09	31,01±2,79	p<0,05
5.	Двигательный тест с приседаниями (%)	35,55±2,79	34,04±3,95	p<0,05
Показатели дыхательной системы				
1.	Проба Штанге – задержка на вдохе (сек.)	62,08±4,47	55,64±2,94	p<0,05

Рассмотрим также адаптационные возможности организма студентов, характеризующие компенсаторно-приспособительные механизмы (таблица 3).

Таблица 3

Адаптационные возможности организма студентов

№ п/п	Показатель	Русские (n = 27)	Якуты (n = 21)	Достоверность различий
1.	Адаптационный потенциал	1,81±0,05	1,67±0,05	p<0,05
2.	Уровень функционального состояния	0,36±0,01	0,37±0,01	p<0,05

И у русских юношей, и у якутов, показатели адаптационного потенциала указывают на нормальную адаптацию. А вот уровень функционального состояния, у обеих категорий, низкий. Это может повлечь за собой снижение эффективности выполнения отдельных действий или всего трудового процесса.

В результате проведенного исследования можно прийти к выводу, что русские юноши имеют более крепкое телосложение, чем якуты. Тренированность обеих категорий невысокая. Показатели физического состояния, в основном, в пределах нормы и отличаются незначительно в этих группах. Но следует обратить внимание, что отклонения от нормы у русских и якутов наблюдается в одних и тех же показателях, таких как силовой индекс, который ниже нормы, коэффициент экономизации кровообращения, указывающий на увеличение нормы и тенденцию к затруднению в работе сердечно-сосудистой системы, а также показатель дыхательной системы – пробу Штанге, имеющий результат ниже среднего.

Список литературы:

1. Виленский М.Я. Физическая культура и здоровый образ жизни студента: учеб. Пособие / М.Я. Виленский, А.Г. Горшков. – М.: Гардарики, 2007. – 218 с.
2. Калюжный Е.А., Михайлова С.В. Сравнительная оценка физического здоровья студентов в зависимости от состава семьи // Приволжский научный вестник. – 2014. – № 7 (35). – С. 5-8.
3. Климов И.А., Мищенко Н.В. Комплексная оценка физического состояния студентов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. - № 1 (18,1). – С. 17-22.
4. Прокопенко Л.А. Методы оценки уровня здоровья и функционального состояния организма [Текст]: методические рекомендации / Л.А. Прокопенко. – Нерюнгри: Изд. ТИ (ф) СВФУ, 2017. – 40 с.
5. Сахарова О.Б. Влияние социально-гигиенических факторов образа жизни на состояние здоровья студентов / О.Б. Сахарова, П.Ф. Кику, Т.В. Горбукова // Гигиена и санитария. – 2012. – № 6. – С. 54-58.

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки и науки о Земле

Секция 1. Строительство

<i>Акулов С.В.</i> Легкие металлические конструкции для северных условий	3
<i>Герасимова В.С.</i> Обоснование применения технологии Massiv-Holz-Mauer в условиях Крайнего Севера	4
<i>Григорьева У.С.</i> К расчету железобетонных конструкций, эксплуатируемых при отрицательных температурах	8
<i>Деменева А.С.</i> Проект усиления железобетонной колонны административного здания ООО «УК «Колмар»	12
<i>Дмитриев Д. Д.</i> Наземное лазерное сканирование 9-ти этажного жилого дома 202 микр. г. Якутск	16
<i>Егоров Т.Т.</i> Хронометраж за процессом монтажа и демонтажа опалубки перекрытия монолитно-каркасного здания в зимних условиях	19
<i>Едисеев О.С.</i> Проведение сравнительного анализа свойств материалов для изготовления сигнальных столбиков для автомобильных дорог в условиях криолитозоны	21
<i>Кардашевская В.Г.</i> Профессиональное обучение водителей транспортных средств отдельных категорий из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья	25
<i>Карпинский А.А.</i> Изучение пассажирских перевозок в г. Якутск	29
<i>Непомнящий А.Н.</i> Эффективные теплоизоляционные материалы в условиях криолитозоны	33
<i>Никифорова С.Н.</i> Применение системы малоэтажного строительства на основе пространственных каркасов в условиях Крайнего Севера	35
<i>Острельгина В.К.</i> Исследование добавки ФН + СП-1 на прочность инъекционного цементного раствора для устройства буроинъекционных свай	39
<i>Павлова С.С.</i> Модифицированная асфальтобетонная смесь и асфальтобетон, на основе резиновой крошки и наноминералов в условиях I дорожно-климатической зоны	44
<i>Попова М.В., Едисеев О.С.</i> Разработка органоминеральной смеси, полученная путем холодного смешивания наполнителей, с добавлением стружек, изготовленных из использованных полиэтилентерефталатовых бутылок	47
<i>Прошкина В.О.</i> Результат анализов тепловизионной съемки жилых домов в городе Нерюнгри	50
<i>Сивцев М.С.</i> О состоянии грунтов основания зданий, построенных в 202 микрорайоне г. Якутска	53
<i>Федоров А.В., Слободчиков Е.Г.</i> К вопросу автономного теплоснабжения жилых домов в условиях Севера	57
<i>Харитонова С.Д.</i> Обзор и анализ основных методов борьбы с пучинообразованием	61

<i>Харюзов Д.В., Слободчиков Е.Г.</i> К вопросу воздухопроницаемости высотных жилых зданий в климатических условиях Севера	65
<i>Шпийс А.В.</i> Фундамент из автомобильных покрышек для малоэтажного строительства	68

Секция 2. Энергетика и фундаментальные основы физики

<i>Алинов Б. М.</i> Отражение звуковой волны от границы двух полупространств с различным акустическим сопротивлением, с учетом поглощения звука в пограничном слое	71
<i>Боякинов Е. Ф., Захаркина Е. И., Семенова А. А., Винокуров П. В.</i> Структурные и оптические свойства доменов MoS ₂ , синтезированных методом CVD	74
<i>Васильев С.С.</i> О влиянии механизма выравнивания тарифов электрической энергии (мощности) на промышленные предприятия Республики Саха (Якутия)	78
<i>Гермаковский Д. А.</i> Расчет установившегося режима системы электроснабжения ЧТЭЦ с помощью современного программного обеспечения Easy Power	81
<i>Данилова К. С.</i> Сравнительный анализ МПЗ присоединений 6-35кВ	88
<i>Дегтярев А.В.</i> Инжекция воды в бензиновых двигателях внутреннего сгорания в Республике Саха (Якутия)	91
<i>Краснослободцева Е.А.</i> Оценка эффективности использования солнечной электроустановки с помощью программы "PvSyst"	95
<i>Кругликов Ю.А.</i> Оценка влияния геомагнитных возмущений на надежность работы ЭЭС в условиях арктической зоны	99
<i>Мамелин А.И.</i> Региональные особенности передачи электрической энергии с учётом экологической безопасности на примере Чукотского автономного округа	103
<i>Моисеенко К.А.</i> Возобновляемые источники энергии для Республики Саха (Якутия)	107
<i>Новикова Р.В.</i> Исследование ОНЧ свистящих атмосфериков в Якутии	110
<i>Охлопков Т.Н.</i> Исследование процесса охлаждения гидроагрегатов строительных, дорожных машин в условиях низких климатических температур	114
<i>Пермяков Т.Д.</i> Учет электропотребления на базе микропроцессорных устройств	119
<i>Петухова А.С.</i> Форбуш-понижения в магнитном облаке	122
<i>Попова У.Д.</i> Анализ вариаций ОНЧ-излучения во время геомагнитной активности с 1979 по 2018 г.г. по наблюдениям на радиофизическом полигоне "Ойбенкель" ИКФИА СО РАН	126
<i>Сивцева В.И., Аммосов П.П., Гаврильева Г.А., Колтовской И.И., Аммосова А.М.</i> Сопоставление вариаций внутренних гравитационных волн в области мезопаузы по измерениям на станции Маймага с температурными данными	131

EOS MLS (AURA)	
Старостин С. Н. Впрыск воды в дизельный двигатель как решение по увеличению характеристик двигателя для улучшения транспортной обстановки Республики Саха (Якутия)	131
Стручкова А.П. Техническое обслуживание частотно-регулируемого привода (ЧРП) НПС-17	135
Туприн Н.Ю. Реконструкция ЗРУ ПС с применением микропроцессорных защит	139
Черников С.А. Модернизация оборудования РУ 6 кВ 0,4 кВ с целью уменьшения реактивной мощности	142
Яковлев А.М. Трехмерный аналог формул Колосова-Мухелишвили для бесконечного пространства с полостью	144

Секция 3. Науки о Земле

(горное дело, геология, рациональное природопользование, охрана окружающей среды, инженерная экология, геоэкология, биологические и химические науки, экология)

Бирулина А.Г. Ртуть в природных средах г. Усть-Каменогорска	147
Варламова Е.В. Спутниковые методы оценки фенологических сроков бореальных лесов Восточной Сибири	152
Варламова Е.В. Особенности тренда вегетационного индекса NDVI растительного покрова лесотундры Якутии	156
Гергеев А.С. Применение гидравлического безнапорного способа оттаивания мерзлых песчаных пород на россыпном месторождении р. Джелтулак	159
Готовцев М. Р. Инструментальное наблюдение активности свистящих атмосфериков на радиофизическом полигоне «Ойбенкель» ИКФИА СО РАН	162
Иванов Э.А. Обоснование применения анкерной крепи на шахте «Денисовская»	163
Исакова Т.А. Механические и триботехнические свойства композитов на основе политетрафторэтилена и модифицированных наполнителей	176
Касперский С.В. Золото-медно-порфиновый тип оруденения Алдано-станового щита как отражение активноокраинной геодинамической обстановки мезозоя	179
Колесова Е.С. Изучение влияния совместной активации сверхвысокомолекулярного полиэтилена и углеродных волокон на эксплуатационные свойства ПКМ	183
Куваев В.А. Управление температурным режимом грунтов подземного криохранилища семян растений	186
Легантьева В.А., Попова Н.И. Биологическая очистка нефтезагрязненных почв на территории нефтебазы и оценка ее эффективности	188
Лещева О.П. Совершенствование способа подземного кучного выщелачивания россыпного золота месторождении р. Памятка Амурская область	192
Литовко А.В. Проблемы устойчивости автомобильных дорог в криолитозоне	195

<i>Лобанов А.Л.</i> Вертикальные осадки фундаментных конструкций Якутской ТЭЦ	197
<i>Макаревич Т.Г.</i> Вещественный состав и специализация кор выветривания в пределах рудопроявления Контакт (Республика Гайана)	198
<i>Маркова М.А., Аргунова А.Г.</i> Исследование физико-механических и триботехнических характеристик ПКМ на основе политетрафторэтилена в зависимости от марки углеродных волокон	202
<i>Николаева Н.А.</i> Изучение биологического воздействия ионизирующего излучения на фотосинтетический аппарат цианобактерий	206
<i>Новгородова Д.Н.</i> «Дневник здоровья» как средство формирования здоровьесберегающих компетенций учащихся	210
<i>Петрова Р.Н.</i> Перспективные нефтесодержащие сланцевые толщи России	214
<i>Попова М.Д.</i> Целесообразность использования фильтрационно-дренажного оттаивания мерзлых пород на россыпных месторождениях р.Тимптон	217
<i>Попова Н.И., Легантьева В.А.</i> Опыт использования биопрепаратов для очистки почв от нефти на территории Амгинской нефтебазы	220
<i>Смагулова А.Ш.</i> Физико-химический анализ импортных БАДов	224
<i>Соловьев Т.М.</i> Связующие композиции для брикетирования производственных отходов угольной промышленности	226
<i>Томшин О.А., Соловьева Т.Д.</i> Обнаружение лесных гарей в Восточной Сибири на основе экспертной оценки по многолетним спутниковым данным	229
<i>Томшин О.А.</i> Сезонная динамика лесопожарной активности в Якутии и её влияние на аэрозольные параметры атмосферы	234
<i>Шадрина А.В., Миронова М.А.</i> Некоторые результаты решения обратной задачи гравиметрии для выделенного участка Приморского края	238
<i>Шестакова А.А.</i> Диссертация: обучение в аспирантуре, подготовка и защита	241
<i>Шмальц Т.А.</i> Исследование физического состояния юношей, обучающихся в Техническом институте (филиале) Северо-Восточного федерального университета в г. Нерюнгри	245

МАТЕРИАЛЫ
XX Юбилейной всероссийской
научно-практической конференции
молодых ученых, аспирантов и студентов в г. Нерюнгри,
с международным участием

28 марта - 30 марта 2019 г.

Секции 1–3

Печатается в авторской редакции

Технический редактор И.А. Литвиненко

Подписано в печать 15.05.2019. Формат 60x84/16.
Бумага тип. №2. Гарнитура «Таймс». Печать офсетная.
Печ. л. 15,81. Уч.-изд. л. 19,76. Тираж 100 экз. Заказ .
Издательство ТИ (ф) СВФУ, 678960, г. Нерюнгри, ул. Кравченко, 16.

Отпечатано в МУП «Нерюнгринская городская типография».
г. Нерюнгри, ул. Карла Маркса, 19/1.