

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

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

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

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ



XXI

**Всероссийская
научно-практическая
конференция молодых
ученых, аспирантов и
студентов**



г. Нерюнгри,
27 февраля - 29 февраля 2020 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

**XXI Всероссийской научно-практической конференции
молодых ученых, аспирантов и студентов в г. Нерюнгри,
с международным участием**

27 февраля – 29 февраля 2020 г.

Секции 1–3

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

Материалы XXI 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, 2020, — 195 с.

ISBN 978-5-91243-081-7

Редакционная коллегия:

Павлов С.С., канд. геол.-минерал. наук, доцент (председатель); *Гриб Н.Н.*, д-р техн. наук, профессор (зам. председателя); *Рукович А.В.*, канд. геол.-минерал. наук; *Косарев Л.В.*, канд. техн. наук, доцент; *Мусакаев М.А.*, канд. физ.-мат. наук; *Рочев В.Ф.*, канд. техн. наук; *Похорукова М.Ю.*, канд. техн. наук; *Акинин М.А.*, канд. ист. наук; *Шахмалова И.Ж.*, канд. пед. наук; *Чаунина Н.В.*, канд. филол. наук, доцент; *Гаранина А.А., Кечина Л.В.; 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 978-5-91243-081-7

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

© Технический институт (ф) СВФУ, 2020

Технические науки и науки о Земле

Секция 1. Строительство

Моделирование и исследование подкрепленных цилиндрических сетчатых оболочек для проектирования большепролетных покрытий

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

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент Сиянов А.И.*

Развитие строительной отрасли в России ориентировано на поиск эффективных конструкций, способных учесть растущие потребности населения. Расширяется сфера сервисного обслуживания, выпускается новая продукция, открываются просторные залы, салоны, организуются выставки и презентации. Растет потребность в больших площадях, которые должны перекрываться архитектурно-привлекательными и конкурентоспособными конструкциями.

Часто на помощь проектировщикам приходит опыт использования металлических криволинейных поверхностей [1], которые производят приятное впечатление на человека. Так невольно появляется необходимость в пространственных конструкциях цилиндрической формы. Причем самым оптимальным вариантом считаются прямоугольные, в плане круговые, сетчатые поверхности, которые удачно применяются в качестве покрытий зданий и сооружений [2–4]. Заметим, что наиболее эффективными, с точки зрения затрат материала, следует признать конструкции, которые в сечении имеют одну ломаную линию, то есть состоят из одной сетки. Поэтому такие конструкции и называются односетчатыми. Их применение дает возможность использовать внутреннее полезное пространство сооружения, поскольку все элементы расположены в плоскости покрытия [5].

Однако следует помнить, что любые предложения должны приниматься с учетом особенностей работы конструкции под нагрузкой. Это требует определения опасных мест с точки зрения распределения усилий и перемещений в системе. Так, наибольшие усилия в стержнях оболочки возникают в опорных гранях. Элементы этих граней сильно загружены и имеют место большие отклонения узлов. Обеспечить равномерное распределение усилий и уменьшить перемещения нижних граней можно за счет удачно разработанных конструктивных мер.

Предлагается повлиять на работу опорных участков с помощью включения в состав покрытия специальных элементов (подкрепляющих стержней) [6] (рис. 1). Можно даже воспользоваться стратегическими мероприятиями и изменить схему крепления оболочки путем полного закрепления нижних поясов опорных граней или значительно увеличить жесткость нижнего опорного ребра. Есть также возможность использовать ныне разработанные дополнительные способы подкрепления. Однако, выбор того или иного

варианта осуществляется на основании комплексного обоснования работы конструкции под нагрузкой с учетом геометрических параметров и технико-экономического сравнения конструктивных решений.

Моделирование оболочки проведено с использованием прикладного программного обеспечения для исследования на действие полного и одностороннего приложения нагрузок. Собственный вес покрытия получен на основании назначения элементам характеристик жесткости.



Рис. 1. Способ подкрепления оболочки путем соединения двух граней: 1 – круговая сетчатая поверхность; 2 – элементы подкрепления

Нагрузки от снега и ветра переведены через грузовые площади в сосредоточенные силы, которые приложены в узлах:

$$F_1 = qA_1 = \frac{1}{4}qlh; F_2 = qA_2 = \frac{1}{2}qlh; F_3 = qA_3 = qlh, \quad (1)$$

где q – результат суммы собственного веса, снеговой и ветровой нагрузок; A_1, A_2, A_3 – грузовые площади в отдельных участках сетчатой поверхности; l, h – размеры ячеек вдоль длины и дуги покрытия соответственно.

Определены продольные усилия N_i в элементах и перемещения δ_i узлов с их максимальными показателями $N_{\max}^-, N_{\max}^+, \delta_{\max}$ в опасных участках:

$$N_i = A_i R_y \gamma_c; N_{\max}^- = \varphi A_{\max} R_y \gamma_c; N_{\max}^+ = A_{\max} R_y \gamma_c; \delta_i \leq \delta_{\max}, \quad (2)$$

где знаки “+” и “-” соответственно указывают на усилия сжатия и растяжения; A_i и A_{\max} – площади поперечных сечений элементов; R_y – расчетное сопротивление материала стержней; φ и γ_c – коэффициент продольного изгиба и условий работы соответственно.

Введены ограничения по несущей способности σ , перемещениям узлов δ , предельной гибкости λ и габаритам сечения D элементов:

$$\sigma_i \leq \sigma_u; \delta_i \leq \delta_u; \lambda_i \leq \lambda_u; D_i \leq D_u, \quad (3)$$

где индекс “ u ” относится к предельным искомым параметрам.

Учтена также опасность потери устойчивости сетчатой поверхности, которая отражена количеством n полуволн по направлению дуги и коэффициентом Ω запаса устойчивости оболочки:

$$n = [2, 4]; \Omega \in [0, \Lambda], \quad (4)$$

где Λ – заданное число, к которому стремиться параметр Ω .

Расчеты проведены для конечно-элементной модели оболочки с размерами в плане 24,25 м × 30 м и высотой (стрелой подъема) 7 м. В рамках выполненных исследований выявлены максимальные внутренние силовые факторы и параметры деформирования сетчатой поверхности (рис. 2).

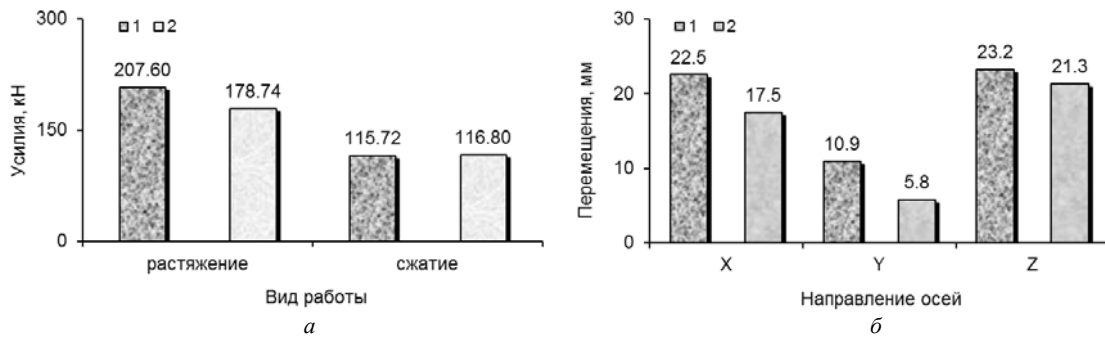


Рис. 2. Максимальные усилия в стержнях (а) и максимальные перемещения узлов (б) оболочки: 1 – без подкрепления; 2 – с подкрепляющими элементами

Из полученных результатов видно, что наибольшие усилия зафиксированы в растянутых элементах. Сопоставление максимальных усилий разных знаков для двух систем показало неравномерность работы наиболее нагруженных элементов. Из всех возможных направлений наибольшего изменения претерпела геометрия покрытия по направлению вертикали. Поперечное расползание и продольное движение систем в меньшей степени повлияли на схему общего деформирования.

Конечно, возможные концентрации усилий в элементах по сетчатой поверхности и большие перемещения узлов опасных участков покрытия можно устранить или по крайней мере, существенно снизить специальными мероприятиями. Нужно только учитывать место расположения конструкции в сооружении или условия закрепления, ведь системы с натянутыми элементами, например, желательно опирать непосредственно на фундаменты, а для полного закрепления нижних поясов опорных граней требуется наличие прочных опор, способных воспринимать значительные горизонтальные усилия от распора.

Список литературы:

1. Трущев А.Г. Пространственные металлические конструкции / А.Г. Трущев: Учеб. пособие для вузов. – М.: Стройиздат, 1983. – 215 с.
2. Рюле Г. Пространственные покрытия // Конструкции и методы возведения / Г. Рюле. Пер. с немецк. – Том 2. – М.: Стройиздат, 1974. – 247 с.
3. Патцельт О. Стальные решетчатые пространственные конструкции / О. Патцельт. Пер. с немецк. – М.: ЦИНИС Госстроя СССР, 1970. – 95 с.
4. Попов И.Г. Цилиндрические стержневые системы / И.Г. Попов. – Л.; М.: Гос. изд-во лит. по стр-ву и арх-ре, 1952. – 112 с.
5. Siyanov A.I. Improving the performance parameters of metal cylindrical grid shell

structures / A.I. Siyanov, M.I. Rynkovskaya, M.I. Abu Mahadi, G.O. Mathieu // Journal of Fundamental and Applied Sciences, [S.l.], v. 9, n. 7S, p. 365-376, nov. 2017.

6. Сиянов А.И. Моделирование и расчет подкрепленной цилиндрической сетчатой оболочки / А.И. Сиянов // Промислове будівництво та інженерні споруди. – 2017. – № 4. – С. 16-19.

Изучение дисциплин конструкторского направления при подготовке специалистов в области строительства

*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 Сиянов А.И.*

Дисциплины конструкторского направления являются логическим завершением таких курсов как: «Строительная механика», «Архитектура зданий и сооружений», «Сопrotивление материалов», «Теоретическая механика», «Механика грунтов», «Инженерная геология» и «Строительные материалы». Все они находятся в тесной логической взаимосвязи между собой и составляют основу для подготовки бакалавров по направлению «Строительство» (рис. 1).



Рис. 1. Взаимосвязь дисциплин для подготовки бакалавров

Эти дисциплины, безусловно, считаются необходимыми для изучения конструкций. Однако с развитием компьютерной техники не менее важной является дисциплина «Основы САПР», ведь не секрет, что сегодня любой заказчик требует компьютерной обработки и обоснования принятых решений. В этом отношении можно наблюдать за появившимися новыми разработками в сфере прикладных программных продуктов. Но изучать дисциплины конструкторского направления без определенной подготовки

невозможно. Поэтому, изложение некоторых ориентиров, без которых овладеть конкретным набором знаний, умений и навыков, из выше упомянутых курсов представляется актуальным и востребованным.

Изучение конструкций возможно только на основании ранее изученного и усвоенного материала. Основными составляющими в этом случае являются: особенности и работа систем под нагрузкой; идеализированные и расчетные схемы; методы, алгоритмы и методики расчета как простых, так и сложных систем; тип и характер приложенных нагрузок. Кроме того, нужно уметь читать и выполнять чертежи, знать архитектурные требования к конструкциям и на основании проведенного экономического сравнения обоснованно доказывать целесообразность принятого подхода.

Для изучения дисциплин конструкторского направления нужно четко сформулировать основные критерии, которые определяют сущность необходимых положений.

Рассмотреть конструкцию – значит: на основании идеализированной модели предложить расчетную схему с основными геометрическими и физическими параметрами; рассчитать ее с определением усилий и назначением сечений; выполнить конструирование узлов и элементов и дать рекомендации относительно возможного использования конструкции в конкретных объектах строительства.

Методика изучения конструкций почти не зависит от материала. Используются традиционные формы проведения занятий:

- лекции;
- практические;
- лабораторные;
- курсовые работы и проекты.

К тому же учитывается возможность самостоятельного изучения некоторых вопросов, которые практически дополняют информацию, предоставляемую на занятиях.

Используя учебники, пособия и методические указания, студентам предлагаются сведения относительно назначения, сферы применения, методики расчета и особенностей проектирования конструкций. Для наглядного изложения последовательности расчета в числовом виде приводятся конкретные примеры из практики строительства.

Изучать конструкции с помощью технических средств обучения: плакатов, макетов, слайдов, на которых показаны схемы, графики, диаграммы, формулы, на первый взгляд кажется достаточным, однако, если будущий специалист не видит конструкции, особенно самые ответственные, причем в натуральную величину, то ему трудно будет оставить в памяти надолго то, что он услышал на занятиях. Целесообразно порекомендовать в этом случае проведение экскурсий на конструкторские фирмы или заводы, которые занимаются изготовлением и доставкой конструкций на строительную площадку, а также организовать экскурсии на построенные объекты, которые в настоящее время уже эксплуатируются. С помощью таких экскурсий будущие специалисты получают важные знания не только о назначении, нагрузках, усилиях и перемещениях конструкций, а еще о технологии, организации и управлении в строительстве. Как показывает практика, использование экскурсий значительно повышает интерес к дисциплинам конструкторского направления и способствует

активизации умственной деятельности даже для тех студентов, кто не совсем воспринимает эти дисциплины как обязательные для освоения профессии.

Конечно, следует отметить, что использование экскурсий не заменит аудиторного обучения. Поэтому на протяжении семестра можно ввести одну или максимум две экскурсии, но основным видом занятий нужно признать, прежде всего, лекции, практические и лабораторные, с помощью которых будущие специалисты получают основной комплекс знаний. Из информации, предлагаемой на занятиях, нужно уметь выделять главное, в четкой последовательности, с формулировкой выводов и если нужно, то и рекомендаций.

Приведем основные методологические подходы к изучению дисциплин конструкторского направления.

Сначала для более глубокого понимания предложенных к рассмотрению конструкций нужно указать на целесообразность их изучения, назначение, преимущества и недостатки представленных решений. Кроме того, важной информацией, которая полезна на первом знакомстве с конкретным типом конструкции, являются данные относительно ее практического применения, в том числе необходимые сведения относительно использования в существующих зданиях или сооружениях.

Следующим шагом изучения конструкции является создание расчетной схемы, которую, на современном этапе развития компьютерной техники, желательно моделировать с использованием разработанных и апробированных, на сегодня, прикладных программных продуктов, таких как “Ли́ра”, “SCAD” и др., с целью быстрого получения точных и достоверных результатов. Однако не менее важным является умение рассчитывать простые конструкции без использования вычислительной техники, такие, как например, балки, арки, фермы, рамы, используя существующий расчетный аппарат строительной механики, который позволяет проанализировать работу конструкции под нагрузкой и дает возможность овладеть навыками расчета.

Как правило, полученными результатами являются усилия в элементах и перемещения узлов, что дает основания для анализа общего напряженно-деформированного состояния конструкции. На базе полученных результатов расчета начинается творческая работа по подбору сечений. Следует заметить, что во время подбора сечений нельзя пользоваться старыми нормативными документами. Вместе с тем, нужно учитывать тенденции выпуска профилей определенных видов в направлении увеличения или уменьшения параметров.

Завершающим этапом изучения конструкции является процесс конструирования, который включает: определение мест расположения элементов через привязку их к осевым линиям; обоснование необходимости использования дополнительных элементов и шарнирного или жесткого варианта крепления к другим конструкциям (процесс решения узлов).

Если в рамках изучения конструкции предусматривается выполнение творческой работы, используя принцип единства учебной и исследовательской деятельности, то, как правило, предлагается рассмотреть несколько вариантов конструктивных форм под одинаковые условия эксплуатации. В дальнейшем на основании основного и технико-экономического расчета предложить оптимальный вариант с точки зрения затрат материалов, экономичности и технологичности в изготовлении и монтаже с обоснованием принятого конструктивного решения. А если в результате проведенной научной работы будет получена качественно новая конструкция, то, обязательно нужно

разработать рекомендации по ее рациональному использованию.

На основании исследований, проведенных в ТИ (ф) «Северо-Восточный федеральный университет» в г. Нерюнгри можно утверждать, что дисциплины конструкторского направления в целом студенты осваивают хорошо, о чем свидетельствуют собранные данные за последние пять лет (рис. 2). Большой процент успеваемости наряду с высоким качеством показанных знаний является ярким тому подтверждением. Причем все эти показатели зависят от степени стремления к знаниям, особенно в суровых условиях севера и, естественно, индивидуальных способностей обучающихся.

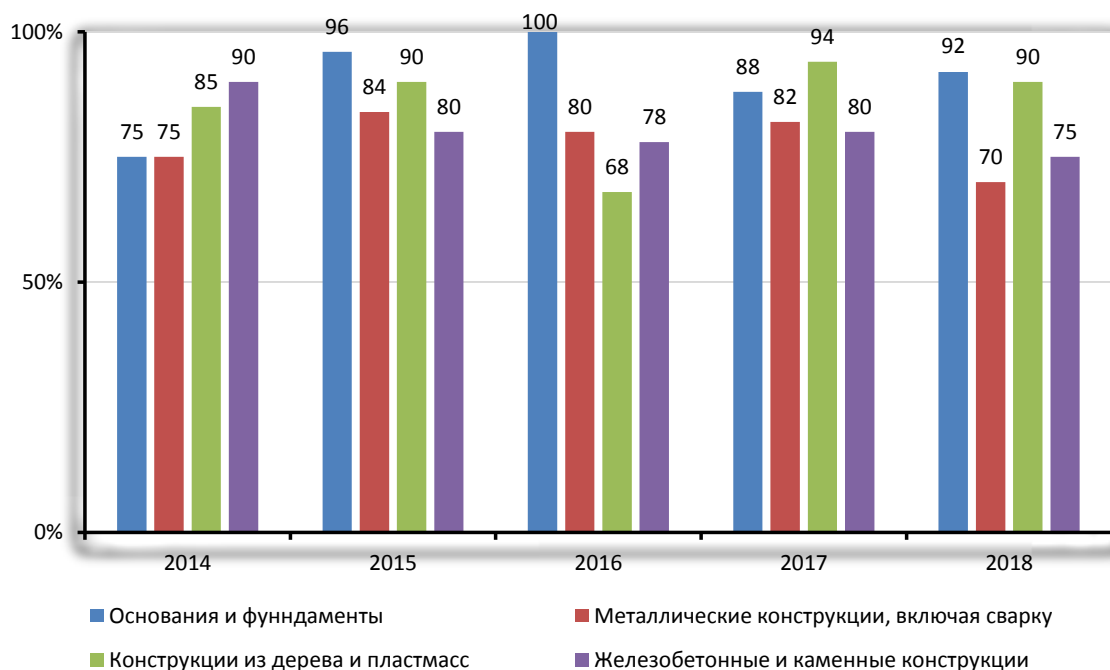


Рис. 2. Показатель успеваемости студентов за последние пять лет в ТИ (ф) СВФУ

В общем случае нужно ориентировать методику изучения конструкций таким образом, чтобы у будущих специалистов повышался интерес к дисциплинам конструкторского направления. Приемлемыми в этом отношении являются стимулирующие подходы к организации преподавания дисциплин, а именно: создание игровых ситуаций и проблемных вопросов, что предполагает повышение внимания, активизацию и заинтересованность студентов при получении определенных знаний и умений.

Желаемого результата во время изучения дисциплин конструкторского направления можно достичь лишь тогда, когда, на основании правильно построенного курса обучения будущие специалисты будут постоянно расширять и углублять свои знания, приобретенные ранее, повторять и анализировать пройденный материал.

Указанные особенности изучения дисциплин конструкторского направления заключаются в получении знаний на основании усвоенного материала из родственных дисциплин.

Предложенные подходы включают использование внеаудиторного обучения в виде экскурсий для знакомства с конкретными конструкциями зданий и сооружений.

Работа в сфере преподавания дисциплин конструкторского направления должна

способствовать развитию навыков расчета и конструирования различных систем, а также созданию таких ориентиров, которые бы позволили сделать процесс изучения наиболее содержательным и открыли бы путь к новому конструкторскому мышлению.

Список литературы:

1. Актуальные вопросы формирования интересов в обучении / Под редакцией Г.И. Щукиной. – М.: Высш. шк., 1984.–75 с.
2. Душков Б.А. Инженерно-психологические основы конструкторской деятельности / Б.А. Душков, Б.А. Смирнов, В.А. Терехов. – М.: Высш. шк., 1990. – 271 с.
3. Кудрявцев Т.В. Психология технического мышления (Процесс и способы решения технических задач) / Т.В. Кудрявцев. – М.: Педагогика, 1975. – 303 с.

Разработка полимерного композиционного материала на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена, наполненного 2-МБТ, серой и оксидом алюминия

*Герасимова Ю.С., студент, Данилова С.Н., аспирант,
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,
г. Якутск
E-mail: meruemnitueh@mail.ru*

*Научный руководитель:
д.т.н., профессор Охлопкова А.А.*

Сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ), обладая низким коэффициентом трения и высокой износостойкостью в сочетании с приемлемыми деформационно-прочностными характеристиками и хорошей технологичностью, широко исследуется и применяется в технике [1]. Однако, СВМПЭ также присущи такие характеристики, как: ползучесть под нагрузкой, низкие показатели модуля упругости, а также подвержен интенсивным трибоокислительным процессам, протекающих при изнашивании. В связи с чем, актуально применять методы улучшения исходной полимерной матрицы. Одним из наиболее перспективных методов является метод наполнения, где дисперсный неорганический наполнитель увеличивает модуль упругости, улучшает термостойкость, снижает износ при трении и т. п. [2].

В качестве исходной полимерной матрицы был использован СВМПЭ марки Celanese GUR 4022 с молекулярной массой более 5 млн. г/моль, в качестве наполнителя – смесь, состоящая из оксида алюминия (безводный порошок) (ТУ 6-09-425-75), восьмичленного цикла серы (ГОСТ 127.4-93) и 2-меркаптобензтиазола (МБТ) (ГОСТ 739-74).

Композиты получены смешиванием в лопастном смесителе в сухом виде со скоростью вращения перемешивающих устройств 1500 об/мин. Образцы для исследований получены по технологии переработки горячим прессованием, композитов на основе СВМПЭ. Прессование проводили в пресс-форме при температуре 175°C и давлении 10 МПа, при выдержке 20 минут с последующим охлаждением до комнатной температуры.

Таблица 1

Состав и содержание наполнителей

Номер ПКМ	СВМПЭ	S	Al ₂ O ₃	МБТ
	Массовые доли, %			
3	98.5	0.5	0.5	0.5
4	97	1	1	1

Механические характеристики определяли на испытательной машине Shimadzu AGS-J (Япония), при скорости движения подвижных захватов 50 мм/мин. Предел прочности при растяжении, предел текучести и относительное удлинение при разрыве проводили согласно ГОСТ 11262-2017 при 25 °С. Модуль упругости при растяжении определяли согласно ГОСТ 9550-81 при комнатной температуре.

Для оценки физико-механических характеристик были проведены соответствующие исследования:

Таблица 2

Результаты физико-механических исследований

Композит	σ_p , МПа	ε_p , %	E_p , МПа
Исходная матрица СВМПЭ	32	339	420
СВМПЭ+0,5%S+0,5%Al ₂ O ₃ +0,5%МБТ	39	366	620
СВМПЭ+1%S+1%Al ₂ O ₃ +1%МБТ	39	353	675

Показано изменение предела прочности разработанного материала в зависимости от состава и содержания смеси наполнителя. Стоит отметить, что при наполнении оксидом алюминия, в обоих случаях, значения предела прочности при удлинении увеличиваются, доходя до 39 МПа, что по сравнению с исходным СВМПЭ, больше на 22%. Это может свидетельствовать о хорошем распределении наполнителя на поверхности полимера, а также от высокого уровня адгезии между системой и наполнителем.

В образцах значения относительного удлинения при разрыве увеличиваются, максимальный показатель при наполнении зарегистрирован у ПКМ состава 0,5% S + 0,5% Al₂O₃ + 0,5% МБТ и равен 366%. Это связано с тем, что СВМПЭ имеет значительное деформационное упрочнение, поэтому, при растяжении шейка в матрице не образуется.

На основании сравнения модуля упругости исходного СВМПЭ и ПКМ выявлено, что введение наполнителя в полимерную матрицу приводит к существенному увеличению. Наилучший результат наблюдается у СВМПЭ, наполненного 0,5% S + 1% Al₂O₃+ 0,5% МБТ, что на 61% больше, чем у исходной матрицы.

Анализ и обработка полученных результатов показали улучшение физико-механических характеристик материала за счет адгезии в системе «полимер-наполнитель», что благоприятно сказывается на эксплуатации ПКМ.

Список литературы:

1. Машков Ю.К., Овчар З.Н., Байбарацкая М.Ю., Мамаев О.А. Полимерные композиционные материалы в триботехнике: ООО «НедраБизнесцентр», – Москва, 2004– 262 с.;
2. Баженов С.Л., Берлин А.А., Кульков А.А., Ошмян В.Г. Полимерные

композиционные материалы: Издательский Дом «Интеллект», – Долгопрудный, 2010. – 352 с.

Организация балластировки однопутного участка железной дороги

*Голубицкий Д.Е., студент,
БАМИЖТ- филиал ДВГУПС,
г. Тында
E-mail: gabon19@mail.ru*

*Научный руководитель:
преподаватель Волошина К.В.*

Балластировка однопутного участка железной дороги входит в состав путевых работ, как наиболее трудоемкий и дорогостоящий вид работ, составляющий на 1км железнодорожного пути свыше 350 чел./дней [1]. Значительные трудовые затраты вызываются тем, что кроме затрат труда на балластировку главного пути, после укладки путевой решетки, сюда относятся затраты труда на открытие притрассовых песчаных балластных карьеров для обеспечения устройства песчаной балластной призмы при наличии глинистых грунтов в верхней части земляного полотна с транспортировкой балласта специальным железнодорожным подвижным составом – от карьера до участка главного пути [2].

Учитывая технологическую последовательность между укладкой путевой решетки, балластировка и выправка однопутного участка с ограниченными промежутками времени между этими видами работ, охватывает весь комплекс работ, тем более что балластировка железнодорожного пути включает следующие операции:

- доставку балласта из карьера к месту работы;
- выкладку балласта на укладочные звенья строящегося железнодорожного участка пути;
- дозировку и подъемку путевой решетки на балласт;
- выправку железнодорожного пути [2].

Перед началом работы необходимо определить значения параметров строительства, установленной годовой продолжительности, определить комплексы железнодорожно-строительных машин, их производительность для составления календарного плана - графика выполнения работ по укладке, балластировке, выправке и окончания работ на заданном участке. Для этого необходимо учитывать, что суммарная продолжительность выполнения перечисленных выше путевых работ должна укладываться в период апрель - октябрь месяц, т.е. 7 месяцев.

При разборке проекта производства работ необходимо соблюдать следующие требования: весь заданный объём укладочных и последующих работ должен быть выполнен за установленный срок. Для этого требуется обязательное выполнение ежедневного задания каждым специализированным подразделением, от бригад звеноборочной базы до бригад отделочных работ и подготовки участка к сдаче в эксплуатацию.

Выполнение балластировки железнодорожного пути должно производиться, как правило, на следующий день после укладки рельсошпальной решетки.

При строительстве однопутного участка железнодорожной линии могут применяться два вида технологий транспортировки и балластировки:

- транспортировка с отсыпкой песчаного балласта из притрассовых карьеров автосамосвалами [3];
- транспортировка с отсыпкой песчаного балласта с использованием саморазгружающихся бункеров.

Все дальнейшие перевозки и формирование балластной призмы, как правило осуществляется из щебеночного балласта с применением хоппер-дозаторных составов и тяжелых железнодорожно-строительных машин для выполнения дозирования, балластировки и выправки железнодорожного пути [3].

Доставка балласта к месту работ осуществляется хоппер-дозаторным составом.

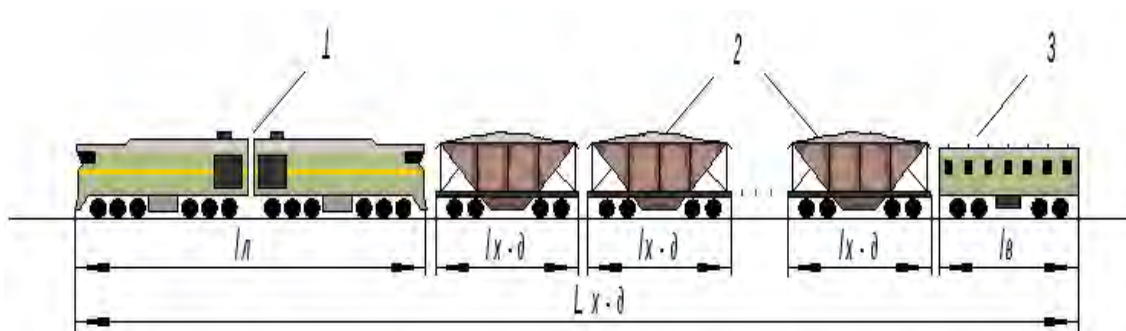


Рис. 1. Схема формирования хозяйственных поездов: 1 – тепловоз; 2, 3 – хоппер-дозаторы; 4 – турный вагон

Использование хоппер-дозаторов наиболее целесообразно, т.к. при выгрузке балласт автоматически дозируется, тогда как выгрузка из других видов специализированных железнодорожных подвижных составов требует дозирования, которая выполняется отдельными железнодорожно-строительными машинами. Работа существенно упрощается, если используется электробалластер ЭЛБ – 3, который одновременно выполняет дозировку балласта, подъемку путевой решетки на балласт. При использовании машины ВПО – 3000 выполняется ещё сплошная подбивка и рихтовка железнодорожного пути [3].

Одним из мероприятий, создающий равномерное – жесткое состояние верхней части земляного полотна, непосредственно под балластной призмой является устройство защитного слоя. Армированный защитный слой выполняется из объемных георешеток, заполняемых щебенисто – гравийно – песчаной смесью. Толщина защитного слоя назначается расчетом, в зависимости от прочности ниже лежащих грунтов под действием нагрузки от подвижного состава. Слой устраивается на всю ширину основной площадки земляного полотна с уклоном низа не менее 0,04м [2].

При устройстве защитного слоя выполняются мероприятия по надежному водоотведению в выемках на нулевых местах, в пределах посадочных платформ, а также в местах примыкания земляного полотна к устоям мостов. Транспортировка объемной георешетки производится секциями, сложенными в пакеты [1].

Производительность укладки и растягивания георешетки одной бригадой, 8 человек, составляет 3-5 мин., на 2,5 м длины при ширине захватки 5м.

После монтажа георешетки, на захватке осуществляется подача песчано-

гравийного слоя на уложенные секции. Далее засыпка осуществляется механизированным способом, по продольной оси захватке по направлению железнодорожного полотна, на частично засыпанных секциях на всю толщину георешетки и поверх ее с таким расчетом, чтобы после уплотнения толщина песчано – гравийного слоя составляла 3-4 см. После засыпки ячеек с учетом разравнивания, профилирования и уплотнения песчано – гравийного слоя приступают к устройству разворотных площадок с использованием виброкатков и ручных виброплит [1, 2].

Предлагаемый порядок организации балластировки пути на однопутном участке представляет собой наиболее оптимальный вариант, учитывающий основные требования нормативных документов при определении ведущих показателей проекта производства работ: технология производства работ и выполнения отдельных операций – составляющих данные технологии, перечень используемых железнодорожно – строительных машин, количественный и должностной состав контингента, входящего в структурные подразделения исполнителей данных строительных работ.

Однако реальная обстановка, допускает различные причины (условиями расположения объектов и линии постройки, наличие железнодорожно – строительных машин и поставки материалов), корректируют разработанные проекты и планы, заставляя руководителей – подрядчиков приближаться к реальности, сохраняя при этом главные условия производства – выполнения плановых заданий на сутки, неделю, месяц, год.

Список литературы:

1. Крейнис З.Л. Справочник дорожного мастера и бригадира пути: в 2 ч. – М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2018. Ч. 1. Система ведения путевого хозяйства. Конструкции и устройство железнодорожного пути. – 865 с. Режим доступа: <http://umczdt.ru/books/352/227471/> - Загл. с экрана.

2. Крейнис З.Л. Справочник дорожного мастера и бригадира пути: в 2 ч. – М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2018. Ч. 2. Реконструкция, ремонт и техническое обслуживание железнодорожного пути. Обеспечение безопасности движения поездов. Охрана труда и техника безопасности. – 880 с.

3. Кравникова А.П. Основы эксплуатации путевых и строительных машин [Электронный ресурс]: учеб. пособие. – М.: ФГБОУ «УМЦ ЖДТ», 2016. – 182 с.

Исследование полимерных композиционных материалов на основе СВМПЭ с жидкофазными наполнителями

*Ефимова Т.Е., студент,
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,
г. Якутск
E-mail: gam_ww22@mail.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., Никифоров Л.А.*

В настоящее время, активно разрабатываются методы переработки полимерных нанокомпозитов на основе СВМПЭ, обладающего высокой морозостойкостью и износостойкостью, что позволяет использовать материалы на его основе в экстремальных условиях Арктики [1, стр.3]. В последние годы широкое распространение получил метод повышения фрикционных свойств полимерных материалов путем как раз введения в их состав жидкофазных смазок и смазочных масел [2, стр.11]. Ранее, в работе [3, стр.17] было выявлено, что после УЗ обработки поверхность частиц СВМПЭ разглаживается, заметно уменьшается количество и глубина поверхностных пор и пустот из-за поверхностного спекания, вызванного значительным повышением температуры и давления под воздействием УЗ. В данной разработке производится УЗ обработка порошка СВМПЭ в среде масляной суспензии. Таким образом, целью данной работы является создание новых износостойких полимерных композиционных материалов на основе СВМПЭ с жидкофазным наполнением.

В качестве полимерной матрицы был выбран СВМПЭ марки Celanese GUR 4022 с молекулярной массой $5 \cdot 10^6$ [4, стр. 4]. Порошкообразный СВМПЭ перед использованием сушат в течение 1,5 часов при температуре 85°C. В качестве жидкофазного наполнителя использовали моторное масло ENEOS Super Gasoline 5W30, олифа «Оксоль» и моторное масло FORUM. УЗ обработку полимера в среде масла проводили на ультразвуковом диспергаторе ИЛ100-6/3 при мощностях воздействия 750 Вт, 1125 Вт и 1500 Вт в течение 20 минут. Соотношение СВМПЭ и масла составляло 60 г на 80 мл масла. После обработки суспензии УЗ, СВМПЭ отделяется от масла и промывается в петролейном эфире (40-70°C). После промывания, модифицированный СВМПЭ отделяют от петролейного эфира на воронке Бюхнера под вакуумом. Отделенный СВМПЭ сушат при $t=100^\circ\text{C}$ в течение 20 мин.

Прочность при сжатии ($\sigma_{сж}$) при установленной относительной деформации равной значениям $\chi = 2,5; 10; 25\%$ определена по ГОСТ 33519-2015 (ASTM D 3410/D) на цилиндрических образцах диаметром 10 мм при скорости сжимающих захватов 1 мм/мин.

Твердость (Н) образцов измеряли методом вдавливания шарика (ГОСТ 4670-91 (ISO 2039/1-87)). Диаметр стального шарикового индентора составлял 5 мм, точность измерения глубины вдавливания $\pm 0,005$ мм, времени вдавливания $\pm 0,1$ с, испытательная нагрузка составляла 132 Н. Образец представляет собой плоскопараллельный ровный образец с размерами 10*10 мм и толщиной 4 мм.

Триботехнические характеристики ПКМ (коэффициент трения, скорость массового изнашивания) определяли на универсальном трибометре UMT-2 (CETR,

США) по схеме трения «палец-диск», на основе ГОСТ 11629-75, путем скольжения образцов ПКМ по стальной плоскости контртела, при нагрузке 150 Н и скорости скольжения 1 м/с.

Съемки образцов производились на дифрактометре ARL X'TRA (Швейцария) на излучении $\text{CuK}\alpha$ ($\lambda=1,5405 \text{ \AA}$), при сканировании с шагом $0,04^\circ$ и временем накопления в каждой точке в течение 3 сек. [5, стр. 57].

В таблице 1 приведены пределы прочности при сжатии и твердости ПКМ в зависимости от мощности УЗ воздействия на суспензию полимера в жидкой среде.

Таблица 1

Физико-механические характеристики разработанных ПКМ

СВМПЭ + моторное масло				
Мощность, Вт	$\sigma_{\text{сж}}$, МПа			Н, Н/мм
	2,5%	10%	25%	
0	7,5	18,6	29,0	35,00
750	10,8	24,4	35,8	26,22
1125	10,1	24,6	36,8	35,39
1500	8,6	21,9	32,5	28,32
СВМПЭ+олифа				
Мощность, Вт	$\sigma_{\text{сж}}$, МПа			Н, Н/мм
	2,5%	10%	25%	
0	7,5	18,6	29,0	35,00
750	11,7	25,2	36,7	35,39
1125	9,8	23,8	35,5	35,39
1500	11,4	25,2	36,5	23,60

Примечание: $\sigma_{\text{сж}}$ – прочность при сжатии, МПа; Н – твердость, Н/мм.

Наполнение СВМПЭ масляной суспензией (моторное масло, олифа) приводит к увеличению прочности при сжатии, что доказывает влияние жидкого наполнителя на СВМПЭ.

В таблице 2 приведены значения триботехнических свойств ПКМ на основе СВМПЭ и его наполнителей в зависимости от мощностей УЗ воздействия.

Таблица 2

Триботехнические характеристики разработанных ПКМ

СВМПЭ + моторное масло		
Мощность УЗ воздействия, Вт	I, мг/ч	f
0	0,12	0,41
750	0,12	0,34
1125	0,04	0,36
1500	0,20	0,41
СВМПЭ+олифа		
Мощность УЗ воздействия, Вт	I, мг/ч	f
0	0,12	0,41
750	0,06	0,37

1125	0,13	0,43
1500	0,12	0,40

Примечание: I – скорость массового изнашивания ПКМ, мг/ч; f – коэффициент трения.

Наполнение СВМПЭ моторным маслом при мощности УЗ воздействия 1125 Вт приводит к уменьшению скорости массового изнашивания в 3 раза, при наполнении олифой изнашивание уменьшается в 2 раза при мощности УЗ воздействия 750 Вт. Это объясняется тем, что эти мощности являются оптимальными при данных наполнителях.

В таблице 3 представлены рентгеновские степени кристалличности СВМПЭ с разными наполнителями в зависимости от мощностей УЗ воздействия и вида жидкофазного наполнителя.

Таблица 3

Значение степеней кристалличности СВМПЭ, определенные методом РСА

Образец	Степень кристалличности, %
СВМПЭ	53±1
СВМПЭ+ММ 750 Вт	57±1
СВМПЭ+ММ 1125 Вт	56±1
СВМПЭ+ММ 1500 Вт	57±1
СВМПЭ+Олифа 750 Вт	57±1
СВМПЭ+Олифа 1125 Вт	55±1
СВМПЭ+Олифа 1500 Вт	58±1
СВМПЭ+ММ Форум 750 Вт	49±1
СВМПЭ+ММ Форум 1125 Вт	54±1
СВМПЭ+ММ Форум 1500 Вт	55±1

На рисунках 1, 2, 3 представлены дифрактограммы ПКМ на основе СВМПЭ в зависимости от мощности УЗ воздействия.

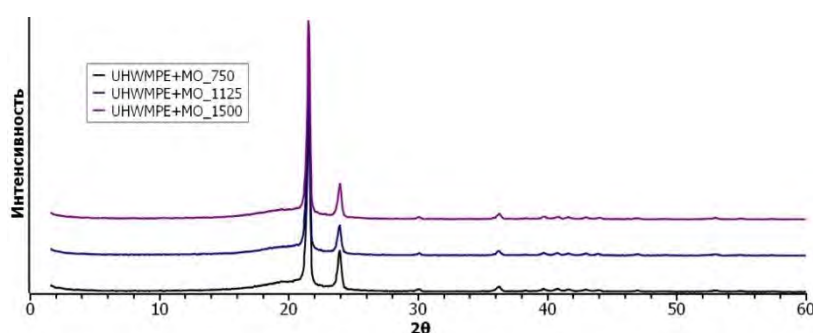


Рис. 1. Дифрактограмма ПКМ на основе СВМПЭ и моторного масла ENEOS при мощностях УЗ воздействия 750, 1125, 1500 Вт.

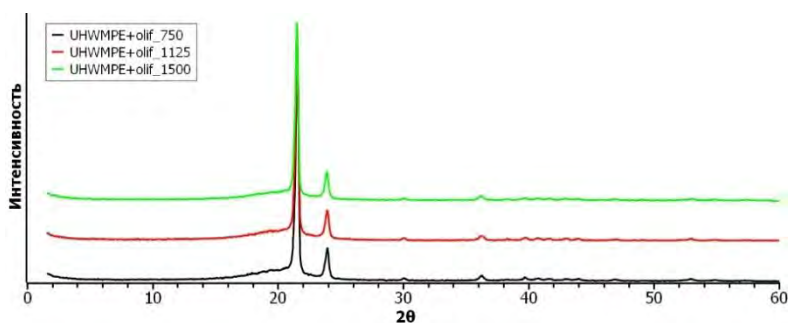


Рис. 2. Дифрактограмма ПКМ на основе СВМПЭ и олифы при мощностях УЗ воздействия 750, 1125, 1500 Вт.

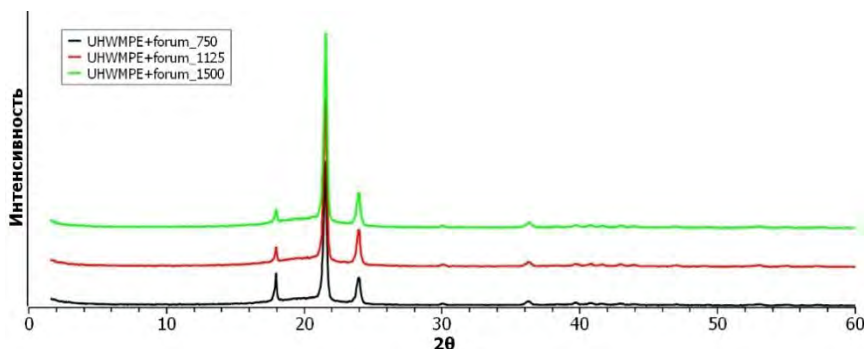


Рис. 3. Дифрактограмма ПКМ на основе СВМПЭ и моторного масла FORUM при мощностях УЗ воздействия 750, 1125, 1500 Вт.

Из рисунков 1, 2, 3 видно, что кристаллическая структура не изменилась при добавлении в СВМПЭ жидкофазного наполнителя, это объясняется тем, что по химической природе масла и СВМПЭ близки друг к другу. На рисунке 3 в области $2\theta = 18$ образование нового пика говорит о том, что в моторном масле FORUM присутствует ПТФЭ.

Проведенные исследования физико-механических характеристик (прочность при сжатии, твёрдость) показали, что наполнение СВМПЭ масляной суспензией (моторное масло, олифа) приводит к увеличению прочности при сжатии, что доказывает влияние жидкого наполнителя на СВМПЭ. Твёрдость композита остается на исходном уровне.

Триботехнические свойства нанокompозитов характеризовали коэффициентом трения и скоростью массового изнашивания. Скорость массового изнашивания СВМПЭ наполненного моторным маслом ENEOS при мощности УЗ воздействия 1125 Вт приводит к уменьшению скорости массового изнашивания в 3 раза, при наполнении олифой изнашивание уменьшается в 2 раза при мощности УЗ воздействия 750 Вт. Это объясняется тем, что эти мощности являются оптимальными при данных наполнителях.

Рентгеноструктурный анализ показал, что кристаллическая структура не изменилась при добавлении в СВМПЭ жидкофазного наполнителя, это объясняется тем, что по химической природе масла и СВМПЭ близки друг к другу.

Список литературы:

1. Селютин Г.Е. Композиционные материалы на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена: свойства, перспективы использования / Гаврилов Ю.Ю., Воскресенская Е.Н., Захаров В.А., Никитин В.Е., Полубояров В.А. // Химия в интересах устойчивого развития 18. Москва, 2010. - с. 375-388.

2. Лебедев Д.В. Структура поверхности насаженных частиц реакторных порошков сверхвысокомолекулярного полиэтилена / Ивановна Е.М., Марихин В.А., Мясникова Л.П., Seydewitz V. // Физика твердого тела, 2009, том 51, вып. 8, с. 1645-1652.

3. Belov G.P. Kinetic studies of Ethylene Polymerization in Ethyl Chloride / Kuznetsov V.I., Solovieva T.I., Chirkov N.M., Ivanchev S.S. // Die Makromolekulare Chem. Bd.140. P. 213-227. (1970); Kelly M. John. Ultra-high molecular weight polyethylene// Journal of macromolecular science, part C: polymer reviews, 2002, 42:3, p. 355-371.

4. Охлопкова А.А. Модификация полимеров ультрадисперсными соединениями / Адрианова О.А., Попов С.Н. // Якутск: ЯФ Изд-ва СО РАН, 2003. 224 с.

5. Китайгородский А.И. Рентгеноструктурный анализ // Гостехиздат, 1950. –651 с.

Исследование свойств полимерных композиционных материалов на основе СВМПЭ, наполненного органофильными глинами

*Иванов А.Н., студент,
Северо-Восточный федеральный университет им М.К. Аммосова,
г. Якутск
E-mail: differeo@gmail.com*

*Научный руководитель:
д.т.н., РОП 04.05.01 ФПХ, профессор Охлопкова А.А.*

Композиционные материалы с полимерной матрицей на данный момент являются незаменимым ресурсом при производстве широкого спектра технических изделий. Они находят применение фактически во всех сферах промышленности и различных конструктивных решений, так как возможность модифицирования таких материалов очень обширна. В настоящее время доля полимерных композиционных материалов, среди используемых материалов, как никогда высока и ежегодно возрастает благодаря наличию определенных особенностей, таких как прочность, твердость, жаростойкость, коррозионная стойкость, другими характеристиками и сочетаниями данных свойств. Целью данной работы является сравнение влияния механоактивации органофицированного монтмориллонита на физико-механические, триботехнические и термодинамические характеристики ПКМ.

В качестве объектов исследования использовались СВМПЭ марки Celanese GUR 4022 с молекулярной массой $5 \cdot 10^6$ и органофильная глина – монтмориллонит Метамон 101/102.

ПКМ получены двумя способами: 1 – смешение компонентов в лопастном смесителе с дальнейшим горячим прессованием и получением образцов для испытаний; 2 – предварительная механоактивация монтмориллонита в планетарной мельнице АГО-2 с частотой вращения 3000 об/мин в течение 2 мин.

Триботехнические характеристики ПКМ (коэффициент трения f , скорость массового изнашивания I) определяли на универсальном трибометре UMT-2 (СЕТР, США) по схеме трения «палец-диск» на основе ГОСТ 11629-75 путем скольжения образцов ПКМ по стальной плоскости контртела при нагрузке 150 Н и скорости скольжения 1 м/с.

Физико-механические характеристики ПКМ (предел прочности при растяжении

σ , относительное удлинение при разрыве ϵ_p , модуль упругости E_p) определяли на стандартных образцах (ГОСТ 11262-80). Исследования вели на разрывной машине UTS-2 (Германия), скорость движения захватов – 100мм/мин.

Термодинамические характеристики ПКМ исследовали на дифференциальном сканирующем калориметре DSC 204 F1 Phoenix «NETZSCH» (погрешность не более +0,1%).

Триботехнические характеристики ПКМ показаны на рисунках 1.1 – 1.2.

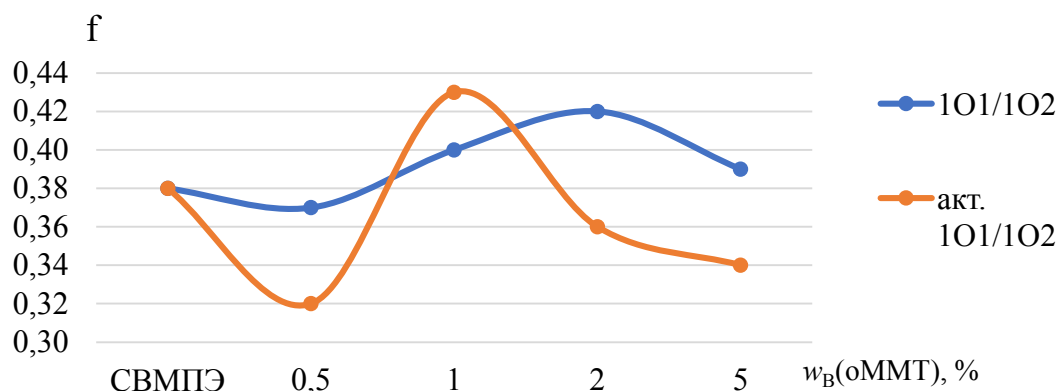


Рис. 1. 1. Зависимость коэффициента трения от содержания оММТ

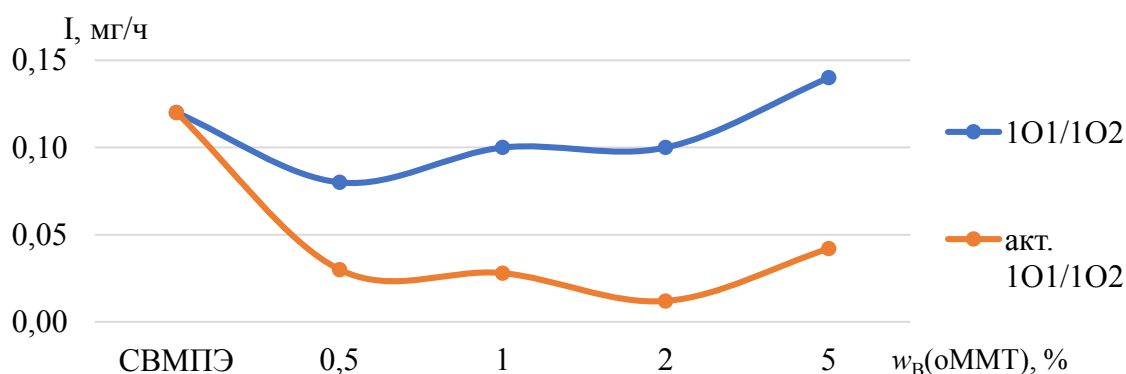


Рис. 1. 2. Зависимость скорости массового изнашивания от содержания ММТ

Примечание: I – скорость массового изнашивания ПКМ, мг/ч; f – коэффициент трения.

Видно, что наполнение СВМПЭ оММТ приводит к уменьшению скорости массового изнашивания в 1,5 раза относительно ненаполненного СВМПЭ. При этом наблюдаемое увеличение прочности и износостойкости достигается уже при небольшой степени наполнения – порядка 0,5 мас. % содержания оММТ. При введении активированного оММТ в полимерную матрицу, наблюдается уменьшение скорости массового изнашивания в 4 раза, по сравнению с исходным СВМПЭ. Таким образом, применение механоактивации повышает триботехнические характеристики оММТ, данный факт свидетельствует о том, что при хорошем диспергировании в полимерной матрице достигается заметное улучшение триботехнических свойств получаемых материалов.

Улучшение триботехнических характеристик можно объяснить тем, что при трении исследуемых материалов в результате трибохимических реакций образуются

вторичные структуры из материала полимера и наполнителя на поверхности изделия и контртела, и в дальнейшем истирание идет по аналогичному материалу [2].

На рисунках 2.1 – 2.3 представлены результаты физико-механических параметров ПКМ на основе СВМПЭ и оММТ.

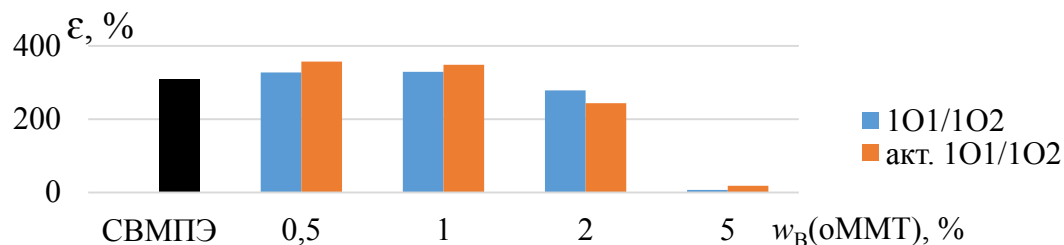


Рис. 2. 1. Зависимость относительного удлинения при разрыве от содержания оММТ

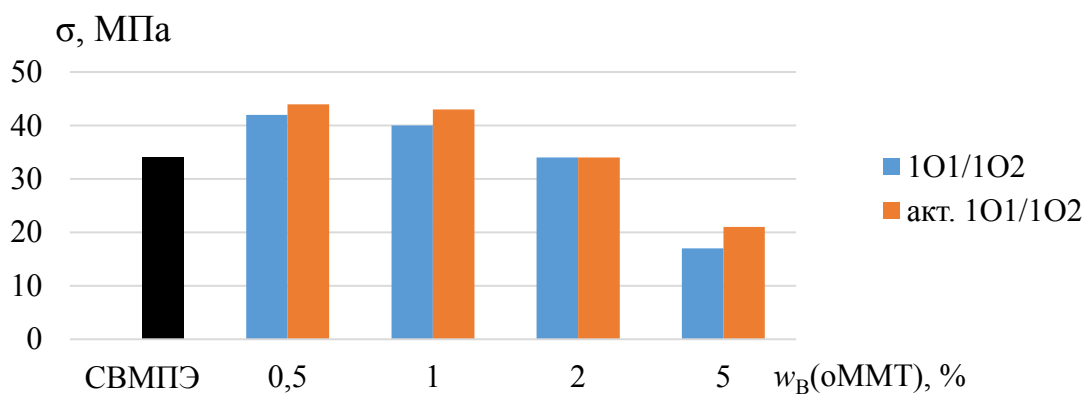


Рис. 2. 2. Зависимость предела прочности при растяжении от содержания оММТ

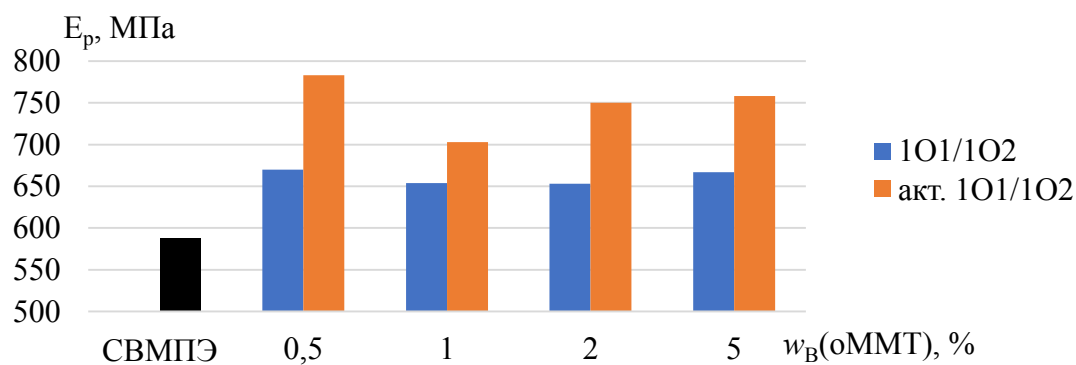


Рис. 2. 3. Зависимость модуля упругости от содержания оММТ

Анализ ПКМ наполненных оММТ показал, что происходит повышение предела прочности при растяжении на 23% и модуля упругости на 14% по сравнению с исходной полимерной матрицей. Относительное удлинение при 0,5 мас. % и 1 мас. % наполнении ПКМ значительно не изменяется, остается на уровне исходного СВМПЭ. Полученные результаты можно объяснить эффектом усиления полимерной матрицы за счет взаимодействия с модифицированной поверхностью органоглины, что предполагает

повышение адгезии между компонентами ПКМ.

Анализ результатов физико-механических исследований ПКМ с механоактивированным наполнителем показал увеличение предела прочности при растяжении на 23%, модуль упругости при 0,5 мас. % возрос на 33%. Из полученных результатов следует, что механоактивация способствует лучшему взаимодействию наполнителя с полимерной матрицей и, соответственно, повышению эффективности физико-химических процессов, происходящих при изготовлении ПКМ.

Термодинамические характеристики ПКМ приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты исследований компонентов методом ДСК

Композит	Т _{пл} , °С		ΔН _{пл} , Дж/г		α, %	
	101/102	Акт. 101/102	101/102	Акт. 101/102	101/102	Акт. 101/102
СВМПЭ исх.	127,7		171,1		58,4	
СВМПЭ + 0,5 % оММТ	128,0	128,5	167,3	160,9	57,1	54,9
СВМПЭ + 1 % оММТ	128,0	128,5	166,0	161,3	56,7	56,8
СВМПЭ + 2 % оММТ	127,7	128,3	164,2	162,1	56,0	55,3
СВМПЭ + 5 % оММТ	127,7	128,0	162,8	159,7	55,6	54,5

Примечание: Т_{пл}, оС – температура плавления; ΔН_{пл}, Дж/г – энтальпия плавления; α, % – степень кристалличности

С увеличением содержания оММТ, значения энтальпий плавления и степени кристалличности уменьшаются на 4%. Степень кристалличности уменьшилась на 1-2% по сравнению с исходным СВМПЭ. При сравнении значений энтальпий плавления исследуемых композитов с ненаполненным СВМПЭ, наблюдается постепенное снижение теплоты плавления и степени кристалличности с увеличением содержания оММТ. Возможно, полученные результаты свидетельствуют об уменьшении подвижности макромолекул полимера в расплаве вследствие взаимодействия с поверхностью наполнителя [3].

В ходе проделанных исследований можно заключить следующее:

1. Показана эффективность использования механоактивированного оММТ в качестве наполнителя для СВМПЭ.
2. Установлено, что предварительная механоактивация наполнителя приводит к улучшению деформационно-прочностных характеристик.
3. Показано, что применение механоактивации повышает триботехнические характеристики оММТ.
4. Зарегистрировано уменьшение значений энтальпий плавления и степени кристалличности. При сравнении значений энтальпий плавления исследуемых композитов с ненаполненным СВМПЭ наблюдается постепенное снижение теплоты плавления и степени кристалличности с увеличением содержания оММТ.

Список литературы.

1. Кербер М.Л., Виноградов В.М., Головкин Г.С. и др. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. Пособие / под ред. А. А. Берлина – СПб: Профессия, 2008. - 560 с.
2. Чичинадзе А.В., Браун Э.Д., Буше Н.А. и др. Основы трибологии (трение, износ смазка): Учебник для технических вузов. 2-е изд. переработ. и доп. / Под общ. ред. А.В. Чичинадзе. - М.: Машиностроение. 2001. – 664 с.
3. Берштейн В.А., Егоров В.М., Дифференциальная сканирующая калориметрия в физикохимии полимеров. - Л.: Химия, 1990. – 256 с.

Зависимость фактических теплотехнических характеристик наружных стен от конструктивных особенностей

*Косарев Л.В., к.т.н., доцент,
Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,
г. Нерюнгри
E-mail: leonid_kossarev@mail.ru*

*Боракковский Д.А., инженер технической службы,
ГБУ РС (Я) «Нерюнгринская ЦРБ»
г. Нерюнгри
E-mail: boradenis@yandex.ru*

В настоящее время более 90% жилых и общественных зданий Нерюнгринского района представляют собой здания трех конструктивных серий:

1. Крупнопанельные здания из сборных железобетонных конструкций (серия 122) – большинство жилых многоквартирных домов, часть зданий общественного назначения;
2. Крупноблочные здания из сборных железобетонных конструкций (серия 123) – часть жилых многоквартирных домов Нерюнгринского района и некоторая часть социальных объектов;
3. Каркасно-панельные здания из сборных железобетонных конструкций (серия ИИС-04) – основная часть зданий общественного назначения (детские сады, школы и т.д.)

В данной статье рассмотрены теплозащитные характеристики наружных стен зданий вышеприведенных серий.

Следует отметить, что все рассматриваемые объекты были построены во временном промежутке 1986 – 1989 гг., следовательно, период эксплуатации рассматриваемых объектов, а также условия эксплуатации, можно считать равнозначными. Также следует учитывать сроки проектирования объектов и действующие на тот момент строительные нормы и правила.

Так, в данном случае, нормативное сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций, в соответствии со СНиП II-3-79* «Строительная теплотехника», требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций (за исключением светопрозрачных), отвечающих санитарно-гигиеническим и комфортным условиям, определяют по формуле [1]

$$R_o^{mp} = \frac{n(t_{в} - t_{н})}{\Delta t^n \alpha_{в}}$$

где n - коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху равным 1;

$t_{в}$ - расчетная температура внутреннего воздуха, °С, принимаемая согласно ГОСТ «Жилые и общественные здания» равной 20 °С;

$t_{н}$ - расчетная зимняя температура наружного воздуха, °С, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 равной для Нерюнгринского района -47 °С;

Δt^n - нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемых равным 4;

$\alpha_{в}$ - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый равным 8,7 Вт/(м²·°С).

Следовательно, нормативное сопротивление теплопередаче наружных стен для рассматриваемого объекта будет равным:

$$R_o^{mp_0} = \frac{1(20 - (-47))}{4 \cdot 8,7} = 1,35 (\text{м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт})$$

Рассмотрим на основе результатов тепловизионной съемки и теплоэнергетических обследований, спустя 30-32 года эксплуатации, последовательно здания вышеперечисленных серий (см. рис. 1 - 3):

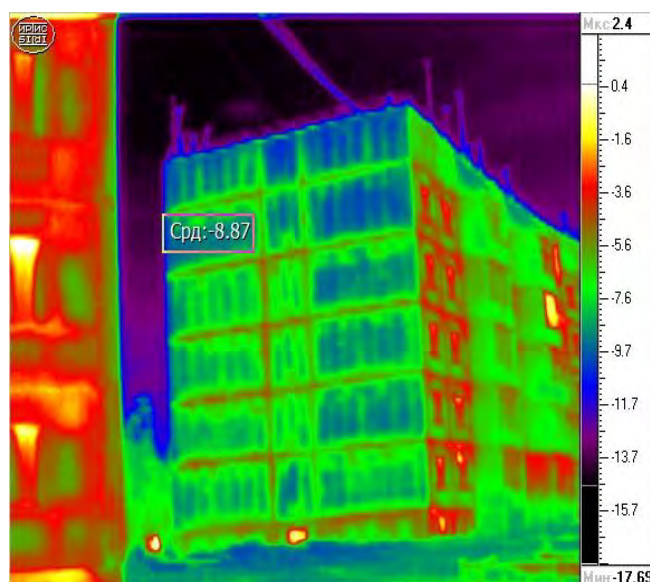


Рис.1. Дефекты зданий 122 серии

На приведенном снимке четко прослеживаются основные дефекты зданий данной серии [2]:

1. Яркие выраженные дефекты межпанельных швов;

2. Дефекты трехслойных стеновых панелей, связанные, вероятно, с некачественным изготовлением стеновых панелей наружных стен, в том числе с закладкой утепляющего среднего слоя.

Также необходимо отметить, что здания рассматриваемой серии, так же и что, вероятно, может привести к разрушению заделки стыков.

Однако, судя по результатам исследований, фактическое сопротивление теплопередаче наружных стен составляет $1,28(\text{м}^2\text{C} / \text{Вт})$, при проектном значении $1,42(\text{м}^2\text{C} / \text{Вт})$, следует также учитывать нормативное значение, приведенное выше.

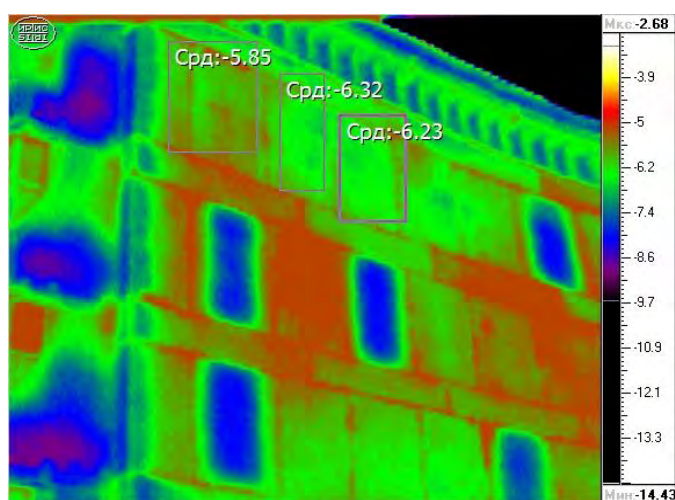


Рис.2. Дефекты зданий 123 серии

На приведенном снимке четко прослеживаются основные дефекты зданий данной серии [2]:

1. Ярко выраженных дефектов межпанельных швов не выявлено;
2. Дефекты керамзитобетонных блоков, связанные, вероятно, с некачественным изготовлением стеновых блоков наружных стен, в том числе с применением крупного заполнителя.

Фактическое сопротивление теплопередаче наружных стен составляет $0,72(\text{м}^2\text{C} / \text{Вт})$, при проектном значении $1,36(\text{м}^2\text{C} / \text{Вт})$.

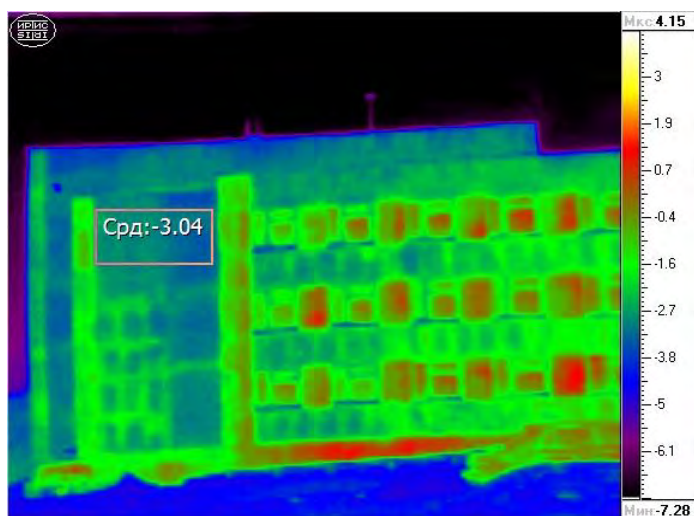


Рис.3. Дефекты зданий серии ИИС-04

На приведенном снимке четко прослеживаются основные дефекты зданий данной серии [2]:

1. Ярко выраженные дефекты межпанельных швов;
2. Дефекты трехслойных стеновых панелей, связанные, вероятно, с некачественным изготовлением стеновых панелей наружных стен, в том числе с закладкой утепляющего среднего слоя.

Фактическое сопротивление теплопередаче наружных стен составляет $0,77(\text{м}^2\text{C}/\text{Вт})$, при проектном значении $1,40(\text{м}^2\text{C}/\text{Вт})$.

Для наглядности составим сравнительную диаграмму теплозащитных характеристик наружных стен в зависимости от конструктивного решения (см. рис.4).

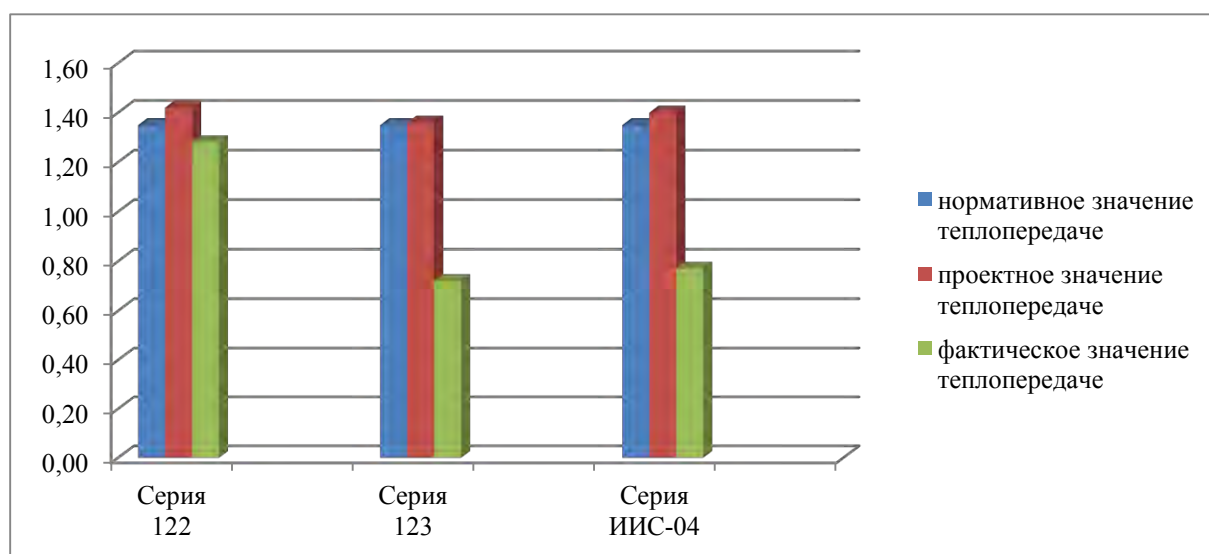


Рис.4. Сравнительная диаграмма теплозащитных характеристик наружных стен в зависимости от конструктивного решения

Исходя из полученных экспериментальным путем данных, можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее подвержены старению вследствие времени и знакопеременных температур здания 123-й серии и серии ИИС-04, однако не стоит забывать о возможном нарушении технологического процесса производства конструктивных элементов.
2. Наиболее ярко выраженным дефектом самых распространенных в Нерюнгринском районе зданий 122-й серии является дефект межпанельных швов, что в итоге и приводит к нарушению параметров микроклимата в помещении.

Список литературы:

- 1.СНиП II-3-79*. Строительная теплотехника//Минстрой России. – М.: ГПЦПП, 1998. – 29 с.
2. Каштанов Д.М, Бораковский Д.А., Отчет по тепловизионной съемке. – Нерюнгри, 2005. – С. 1–68.

**Противодеформационные мероприятия по укреплению земляного полотна.
Замена рельсошпальной решетки с укладкой разделительного слоя из геотекстиля**

*Кулаев В.А., студент,
Байкало – Амурский институт железнодорожного транспорта –
филиал ДВГУПС в г. Тынде
факультет среднего профессионального образования -
Тындинский техникум железнодорожного транспорта (ФСПО-ТТЖТ)
E-mail: vkulaev1552@gmail.com*

*Научный руководитель:
преподаватель Любимова Е.А.*

Противодеформационные мероприятия по укреплению земляного полотна

Участки Севера и Дальнего востока относятся к сложным природно-климатическим условиям. Особенности этих регионов являются длительное стояние температур, близких к экстремальным значениям, а также большие суточные перепады температуры рельсов.

На некоторых участках распространено явление возникновения деформаций в виде осадок профиля земляного полотна, которые оказывают неблагоприятное влияние на укладку как звеньевого, так и бесстыкового пути.

Самой распространенной деформацией земляного полотна БАМ являются осадки насыпей. Виды осадок насыпей:

- тепловые (оттаивание – уплотнение) осадки из-за деградации многолетнемерзлых оснований;
- пластические (пучение-расползание-выпор) осадки, из-за переувлажненных, пучинистых грунтов основания насыпи, попадающих в зону сезонного промерзания;
- суффозионные осадки из-за выноса мелкой фракции из тела и основания насыпи.

В связи с тем, что при образующихся во время эксплуатации просадках могут резко ухудшаться условия устойчивости пути, требуется, чтобы земляное полотно было здоровым. Таким образом, можно сделать вывод о необходимости устранения всех видов деформаций земляного полотна в соответствии с «Техническими условиями на работы по реконструкции(модернизации) и ремонту железнодорожного пути». На работы по устранению дефектов и деформаций земляного полотна составляются отдельные сметы, проекты и выполняются они в составе работ по реконструкции железнодорожного пути или в составе капитального ремонта земляного полотна [1].

Так как участок характеризуется грунтом с развитием вечной мерзлоты, преимущественно состоящего из выветренных скальных пород, поры которых заполнены льдом, то в связи с этим грунты при оттаивании могут давать значительную осадку. Для ликвидации такого вида деформации грунта, производятся мероприятия по его искусственному охлаждению, что позволяет обеспечить сохранение мерзлоты в основании.

К таким мерам относятся: отсыпка насыпей из самоохлаждающихся грунтов; устройство набросок из берм и фракционного камня; установка охлаждающих устройств. Также производится габионная кладка, которая представляет собой

проволочные ящики (габионы), заполненные камнем [1].

Скальные наброски применяются для понижения температуры основания в случае необходимости прекращения деградации вечной мерзлоты. Охлаждающий эффект этих конструкций создается за счет интенсивной конвективной теплоотдачи в холодный период и теневой защиты в летнее время. Сначала укладывается нетканый материал геотекстиль, затем крепкий камень. Для повышения надежности работы набросок в зимнее время в верхней части их следует устраивать местные возвышения (туры), обеспечивающие проникновение холодного воздуха в поры камни при снегозаносах.



Рисунок 1 - Отсыпка насыпей из самоохлаждающихся грунтов



Рисунок 2 - Устройство набросок из берм и фракционного камня

Габионы используют для укрепления откосов насыпей и выемок, для ликвидации зауженных мест и т.д [1],

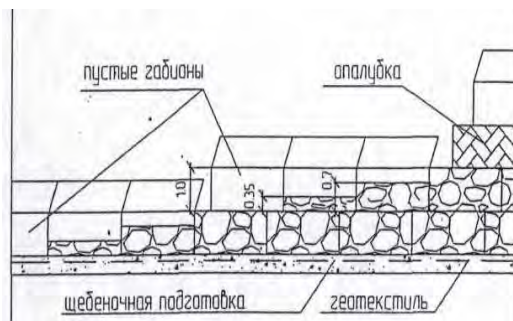
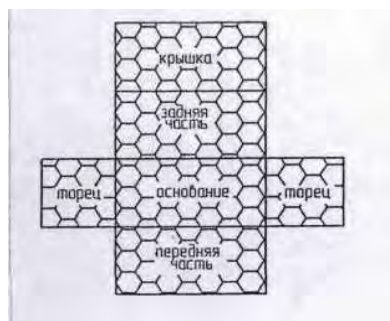


Рисунок 3 – Габионная кладка

Солнцезащитный навес может стать основным противодеформационным устройством для земляного полотна на участках с льдистыми многолетнемерзлыми грунтами, деградация которых вызывает многолетние деформации железнодорожного пути и многочисленные ограничения скоростей движения поездов. Под навесом создаются условия для интенсивного зимнего охлаждения земляного полотна и его основания, так же исключаются инфильтрация летних осадков и прямая солнечная радиация. При сохранении многолетнемерзлого состояния грунтов основания, отпадает необходимость в дополнительных противодеформационных мероприятиях, упрощается конструкция насыпи, увеличиваются пропускная способность линии и межремонтные сроки.



Рисунок 4 - Солнцеосадкозащитный навес

Схема разработки технологического процесса капитального ремонта по смене рельсошпальной решетки с укладкой геотекстиля

Первый этап – до начала основных работ по смене рельсошпальной решетки выполняются такие работы как: ремонт водоотводов, срезка кустарников вдоль пути путевыми машинами.

Второй этап – для облегчения работы укладочного крана рельсошпальную решетку перед разборкой отрывают от спрессованного балласта электробалластером ЭЛБ. Замена рельсошпальной решетки производится при помощи путеразборочного крана. Щебеночный слой после разборки старой путевой решетки полностью срезается бульдозерами, планировка производится автогрейдерами. На спланированную поверхность, из бобины, навешенной на тракторе раскатывается нетканый материал - геотекстиль. Укладывается новая рельсошпальная решетка. Из хоппер-дозаторов выгружается щебеночный балласт по всей ширине балластной призмы, электробалластер поднимает рельсошпальную решетку. Выправочно-подбивочно-отделочная машина ВПО подбивает путь на новом щебеночном балласте, выправляет его в плане, профиле и по уровню. Далее второй хоппер – дозаторный состав выгружает щебень по концам шпал. Выправочно-подбивочно-рихтовочная машина выправляет путь в плане и по уровню. Планировщик балласта РПБ планирует балластную призму. Динамический стабилизатор ДСП уплотняет и стабилизирует путь.

Укладку геотекстиля так же можно произвести с помощью щебнеочистительной машины [2].

При строительстве и ремонте железных дорог геотекстиль используется в качестве разделяющей прослойки между грунтом и насыпью, что исключает потери нижнего насыпного слоя щебня и ускоряет дренажный процесс отвода воды. Также при помощи геосинтетика усиливается балластная призма основных площадок земляного полотна ж/д пути [3].

Причинами деформативности земляного полотна являются:

1. Неудовлетворительное состояние водоотводных сооружений.
2. Недостаточные объемы ремонтов земляного полотна и водоотводов

Своевременный ремонт водоотводных сооружений и их состояние необходимо выполнять своевременно, избегать их засоренности. От того в каком состоянии находится водоотводные каналы зависит земляное полотно, далее верхнее строение пути, а, следовательно, зависит безопасный пропуск движения поездов. Здоровое состояние железнодорожного пути и земляного полотна существенно повышается в связи с ростом нагрузок и скоростей движения поездов, укладке бесстыкового пути.

Решение проблем земляного полотна необходимо выполнять путем реконструкции с применением современных материалов [1].

Список литературы:

1. Инструкция по применению армогрунтовых конструкций для стабилизации и усиления земляного полотна железнодорожного пути. Распоряжение ОАО «РЖД» от 04.10.2012 № 1975Р.

2. Крейнис З.Л. Справочник дорожного мастера и бригадира пути: в 2 ч. — М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2018. Ч. 2. Реконструкция, ремонт и техническое обслуживание железнодорожного пути. Обеспечение безопасности движения поездов. Охрана труда и техника безопасности. — 880 с.

3. Лиханова О.В. Химич Л.А. Организация и технология ремонта пути: учебное пособие. -М.: ФГБУ ДПО «УМЦ ЖДТ», 2017.

**Физико-механические характеристики и структура СВМПЭ наполненного
механоактивированным флогопитом**

Марков А.Е., студент

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,

г. Якутск

E-mail: aital.markov@gmail.com

Научный руководитель:

к.т.н., Никифоров Л.А.

В данной статье представлены результаты физико-механических испытаний композитов на основе СВМПЭ, флогопита и механоактивированного СВМПЭ. Было выявлено увеличение износостойкости в 40 раз по сравнению с исходным СВМПЭ и в 13 раз по сравнению с ПКМ только с флогопитом.

Среди всего разнообразия полимерных матриц одними из наиболее распространенных являются термопласты, которые характеризуются возможностью модифицировать их свойства путем использования различных добавок [1]. Сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ) является одним из наиболее перспективных полимеров среди термопластов благодаря своим уникальным свойствам: высокая прочность, износостойкость, агрессивностойкость, низкий коэффициент трения [2].

Совершенно новые перспективы в области разработок ПКМ открывается при использовании в качестве наполнителей слоистых силикатов [3]. Такие ПКМ, характеризуются повышенными жесткостью, деформационной тепло- и термостойкостью, прочностью и износостойкостью [4]. Кроме того, природные слоистые силикаты являются одними из самых дешевых наномодификаторов.

Несмотря на значительное количество исследований [5,6] влияния слоистых силикатов на свойства СВМПЭ, слюды недостаточно исследованы в качестве наполнителей для СВМПЭ. Таким образом, целью данной работы является исследование

влияния слоистых силикатов класса слюда на деформационно-прочностные характеристики СВМПЭ.

В качестве полимерной матрицы использовали СВМПЭ марки Ticona GUR 4022 с молекулярной массой более 5 млн. СВМПЭ предварительно сушили при 80 °С в течение 3 ч. В качестве наполнителей были выбраны флогопит (Фл) ($KMg_3[Si_3AlO_{10}](F,OH)_2$), относящиеся к классу слюд из Инаглинского месторождения (Республика Саха (Якутия), Россия). Слоистые силикаты предварительно механоактивировали на планетарной мельнице «Активатор 2S» (Активатор, Россия) и сушили при 120 °С в течение 3 ч. Компоненты смешиваем в лопастном смесителе в течение 2 минут.

Полимерные композиционные материалы (ПКМ) получали методом горячего прессования при 175 °С и удельном давлении прессования 10 МПа.

Физико-механические свойства определяли на универсальной испытательной машине Autograph AGS-J (Shimadzu, Япония) согласно ГОСТ 11262-80. Рентгеноструктурный анализ проводили на рентгеновском порошковом дифрактометре ARL X'Tra (Thermo Fisher Scientific, Швейцария). Длина волны рентгеновского излучения составляет 1,54056 Å.

Триботехнические испытания проводили на универсальном трибометре UMT-2 фирмы CETR (США), согласно ГОСТ 11629-75, по схеме трения 2 «палец-диск» линейная скорость 0,5 м/с. Нагрузка 150 Н.

ИК спектры регистрировали на ИК-Фурье степ-скан-спектрометр FTS 7000 Varian (США), на приставке НПВО (нарушенное полное внутреннее отражение).

Были проведены деформационно-прочностные исследования ПКМ для выявления влияния механоактивированного СВМПЭ (СВМПЭ-М) на ПКМ, содержащие флогопит. Начиная с концентрации 0,1 мас. % флогопита относительное удлинение при разрыве ПКМ с СВМПЭ-М значительно уменьшается, в сравнении с исходным СВМПЭ. В целом добавление СВМПЭ-М вызвало значительное уменьшение относительного удлинения при разрыве по сравнению с СВМПЭ, наполненного только флогопитом. Это может быть объяснено тем, что полярные окисленные функциональные группировки СВМПЭ-М обладают слабым взаимодействием с неполярным СВМПЭ и действуют в качестве концентраторов напряжения. Тем самым можно сделать вывод о том, что 5 мас. % СВМПЭ-М избыточно для данного диапазона концентраций и размера частиц флогопита.

Предел прочности при растяжении ПКМ с СВМПЭ-М повышается на 10% относительно исходного СВМПЭ при концентрации флогопита 0,5 мас. %.

При добавлении СВМПЭ-М в ПКМ происходит повышение верхнего предела текучести.

Кроме того, были исследовано изменение твердости и плотности в зависимости от степени наполнения СВМПЭ. Результаты представлены на таблице 1.

Таблица 1

Плотность и твердость СВМПЭ и композитов на его основе

Образец	Содержание наполнителя, мас. %	Средняя плотность, г/см ³	Твердость
СВМПЭ	0,0	0,930±0,003	35,0
СВМПЭ+	0,1	0,985±0,013	25,2

флогопит +СВМПЭ-М	0,2	0,987±0,013	17,6
	0,5	0,994±0,002	21,4
	1,0	0,992±0,002	27,1
	2,0	0,994±0,013	16,8
СВМПЭ+ флогопит	0,1	0,941±0,005	29,5
	0,2	0,945±0,006	29,5
	0,5	0,945±0,0006	29,5
	1,0	0,945±0,002	-
	2,0	0,956±0,001	26,2

Добавление в ПКМ СВМПЭ-М привело к повышению плотности и снижению твердости.

Износостойкость ПКМ с 1 мас. % флогопита и с добавкой СВМПЭ-М повысилась в 40 раз по сравнению с исходным СВМПЭ и в 13 раз по сравнению с ПКМ только с флогопитом. Подобное резкое увеличение износостойкости может быть объяснено тем, что в составе ПКМ имеется компонент, содержащий окисленные функциональные группировки.

Добавление флогопита способствовало снижению коэффициента трения по сравнению с исходным СВМПЭ. Однако отличий коэффициентов трения ПКМ полученных с использованием СВМПЭ-М и без использования отличаются незначительно.

Добавление СВМПЭ-М приводит к снижению таких характеристик как предел прочности при растяжении и относительное удлинение при разрыве относительно ПКМ наполненных только флогопитом. Это может быть объяснено тем, что полярные окисленные функциональные группировки СВМПЭ-М обладают слабым взаимодействием с неполярным СВМПЭ и действуют в качестве концентраторов напряжения. Однако, повышается предел текучести ПКМ.

Плотность ПКМ, полученных с использованием СВМПЭ-М выше, чем у ПКМ наполненных только флогопитом.

Износостойкость ПКМ с 1 мас. % флогопита и с добавкой СВМПЭ-М повысилась в 40 раз по сравнению с исходным СВМПЭ и в 13 раз по сравнению с ПКМ только с флогопитом. Подобное резкое увеличение износостойкости может быть объяснено тем, что в составе ПКМ имеется компонент, содержащий окисленные функциональные группировки.

ПКМ полученные с добавлением СВМПЭ-М обладают в целом более оптимальными характеристиками для использования в качестве материалов для узлов трения по сравнению с ПКМ, полученными наполнением только флогопитом.

Список литературы:

1. Шур А.М Высокомолекулярные соединения / Шур А.М. - 2nd ed. Москва: «Высшая школа», 1971. – 520 p.
2. Akelah A & Moet A Polymer-clay nanocomposites: Free-radical grafting of polystyrene on to organophilic montmorillonite interlayers / Akelah A, Moet A // Journal of Materials Science. – 1996. – Vol. 31, № 13. – P. 3589–3596.
3. И.Н. Андреева & Е.В. Веловская Сверхвысокомолекулярный полиэтилен

высокой плотности / И.Н. Андреева, Е.В. Веловская. Ленинград: Химия, 1982. – 80 р.

4. Вшивков С. А. ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ / Вшивков С. А. // Уральский государственный университет им. А.М. Горького. – Р. 123.

5. Харькова, Е.М. et al. Нанокompозиты и высокомолекулярные волокна на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена и силикатов. Получение, строение, свойства / Е.М. Харькова et al. // Высокомолекулярные соединения. Серия А. – 2014. – Vol. 56, № 1. – Р. 78.

6. Nikiforov, L.A. et al. Surfactant effects on structure and mechanical properties of ultrahigh-molecular-weight polyethylene/layered silicate composites / L.A. Nikiforov et al. // Molecules. – 2017. – Vol. 22, № 12.

**Асфальтобетон на основе битума нефтяного дорожного модифицированного
резиновой крошкой и нанопшнелю магния для условий I дорожно-
климатической зоны**

*Михайлов С.Н., студент,
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,
г. Якутск*

E-mail: sakha_yan@mail.ru

*Осипов И.А., студент,
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,
г. Якутск*

E-mail: osipov.ilya.00@mail.ru

*Иванов А.В., студент,
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,
г. Якутск*

E-mail: ivanovalbert130998@gmail.com

**Научный руководитель:
Старший преподаватель, Филиппов С.Э.,**

Северный район Российской Федерации характеризуется сложными природно-климатическими условиями, ухудшающимися в результате температурных перепадов, оттаивания деятельного слоя, сезонного переувлажнения земляного полотна, основные эксплуатационные показатели автомобильных дорог. В результате снижается безопасность движения автотранспорта, возрастают затраты на содержание и ремонт автодорог.

Освоение сосредоточенных огромных запасов полезных ископаемых, развитие инфраструктуры малонаселенных пунктов, городов требует необходимости в совершенствовании и развитии сети автомобильных дорог, а также обеспечения их сохранности в этом регионе.

На данный момент текущее состояние транспортной сети в районах I дорожно-климатической зоны сохраняет низкий уровень развития, заключающийся в характерных климатических особенностях района, а также территориальной труднодоступности участков строительства. Особенно актуально встает вопрос поиска решений увеличения межремонтного срока эксплуатации и улучшения дорог с твердым асфальтобетонным

покрытием.

Перспектива повышения работоспособности дорожных одежд возможна путем устройства конструктивных слоев из асфальтобетонных смесей с содержанием резиновой крошки. В этом случае обеспечивается снижение динамических воздействий на нижележащие слои, увеличивается сцепление шин автомобиля с дорожным покрытием, повышается стойкость к удару и растрескиванию дорожного полотна при температурных перепадах. Также разработка покрытий дорог с применением резиновой крошки из отработанных автомобильных шин благоприятно скажется с экологической стороны, тем самым выполняя функцию ресурсосбережения.

Существует два метода: «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 получения эффективного резинобитумного материала необходимо обеспечить совмещение компонентов резиновая крошка и битум [1, 2, 3, 5]. Высокодисперсные вещества могут способствовать усилению взаимодействия на границе раздела фаз «битум – резиновая крошка» за счет высокой адсорбционной способности [6]. Поэтому для улучшения свойств резинобитумных композитов, применяются различного рода добавки и модифицирующие наполнители [1, 2, 4].

В качестве поверхностного модификатора в нашем эксперименте с резиновой крошкой использовали шпинель магния. Исходя из недостаточности проведенных исследований в дипломной работе Лебедева А.В. [4], а также выявленной в работе перспективности использования в дорожном строительстве.

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 (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Варианты образцов битума

Состав	Содержание модификатора, %
Исходный битум 100/130	-
Битум 100/130 с добавлением резиновой крошки фр. 0,25	5 7
Битум 100/130 с добавлением: резиновой крошки фр. 0,25 шпинели магния $MgAl_2O_4$	5 7 0,5, 1, 2, 3, 4, 5 (относительно резиновой крошки)

Таблица 1.2

Общая таблица результатов испытаний на определение температуры размягчения битума

Фактические значения							Среднее значение	По ГОСТ 33133-2014
Исходный битум								
-	47,80	48,80	46,70	47,20	48,30	48,50	47,88	не ниже 45
Б+ПК (n%)								
5%	47,90	47,70	47,50	47,30	47,60	47,20	47,53	
7%	52,00	52,10	51,00	51,30	51,80	52,00	51,70	
Б+ПК(n%)+Mg(0,5%)								
5%	50,40	50,40	50,20	50,20	50,30	50,50	50,33	
7%	49,70	50,00	49,50	49,70	49,60	50,10	49,77	
Б+ПК(n%)+Mg(1%)								
5%	53,80	51,80	55,80	55,20	53,40	56,40	54,40	
7%	49,00	49,00	49,70	49,70	48,30	51,50	49,53	
Б+ПК(n%)+Mg(2%)								
5%	47,00	48,30	48,00	47,90	47,30	47,90	47,73	
7%	50,10	48,60	48,10	47,70	47,20	48,30	48,33	
Б+ПК(n%)+Mg(3%)								
5%	48,20	47,30	47,30	47,50	46,80	48,20	47,55	
7%	47,70	48,30	49,30	48,60	48,90	47,20	48,33	
Б+ПК(n%)+Mg(4%)								
5%	45,80	46,80	46,50	46,20	46,40	46,80	46,42	
7%	48,50	47,30	49,40	48,40	49,00	49,10	48,62	
Б+ПК(n%)+Mg(5%)								
5%	46,20	45,90	44,30	45,70	46,00	44,80	45,48	
7%	49,60	48,90	49,10	49,30	49,60	49,00	49,25	

По результатам испытаний (табл. 1.2) 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.

Таблица 1.3

Таблица результатов испытаний битума

Температура размягчения			Величина пенетрации		Растяжимость	
Содержание модификатора	Факт. знач.	По ГОСТ 33133-2014	Факт. знач.	По ГОСТ 33133-2014	Факт. знач.	По ГОСТ 33133-2014
Исходный битум						
-	47,88	не ниже 45	91,00	91(101)-130	72,30	не менее 70
Б+ПК						

5%	47,53		-		-	
7%	51,70		73,33		12,40	
Б+ПК+Mg(0,5%)						
5%	50,33		-		-	
7%	49,77		109,33		6,67	
Б+ПК+Mg(1%)						
5%	54,40		-		-	
7%	49,53		103,67		8,23	
Б+ПК+Mg(2%)						
5%	47,73		-		-	
7%	48,33		96,00		8,13	
Б+ПК+Mg(3%)						
5%	47,55		-		-	
7%	48,33		75,67		9,50	
Б+ПК+Mg(4%)						
5%	46,42		-		-	
7%	48,62		103,67		9,73	
Б+ПК+Mg(5%)						
5%	45,48		-		-	
7%	49,25		104,00		8,07	

По результатам испытаний (табл. 1.3) 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 nanoшпинели 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 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 [1].

Список литературы:

1. Христофорова А.А. Асфальтобетон для строительства карьерных дорог в северных регионах [Текст]: дис. канд. тех. наук.: 12.04.16: защищена 06.07.16: утв. 08.07.16 / Христофорова Александра Афанасьевна. – Якутск, 2016. – 128 с. – Библиогр.: с. 103-121.

2. Смирнов Н.В. Некоторые характеристики резиновой крошки, используемой в составе композиционных вяжущих для дорожных асфальтобетонов [Текст] / Н.В. Смирнов // Химическая техника. – 2003. – № 3.

3. Смирнов Н.В. Материалы БИТЭК – эффективное решение экологической проблемы масштабной утилизации отходов резины [Текст] / Н.В. Смирнов, Б.М. Смирнов, А.П. Булгаков // Вторичные ресурсы. – 2003. – Т. №. – С. 261.

4. Лебедев А.В. Применение резиновой крошки в асфальтобетонных смесях [Текст]: дипломная работа: 08.03.01 / Лебедев Андрей Викторович. – Якутск, 2009. – 52 с.

5. Дроздовский В.Ф. Состояние и перспективы переработки и использования изношенных шин за рубежом [Текст] / В.Ф. Дроздовский // Каучук и резина. – 1992. – № 4. – С. 23-29.

6. Ребиндер П.А. Проблемы образования дисперсных систем и структур в этих системах: физико-химическая механика дисперсных структур и твердых тел [Текст] / П.А. Ребиндер // Современные проблемы физической химии. – М.: МГУ, 1968. – Т. 3.

Подходы к определению потери устойчивости цилиндрических сетчатых оболочек с использованием сплошного и дискретного аналога

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

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент Сиянов А.И.*

Если осуществить подробный обзор состояния проблемы, то можно сделать вывод о том, что устойчивость цилиндрических сетчатых оболочек почти не исследовалась.

Уже давно [1, 2] определены общие методы расчета стержневых конструкций криволинейной формы, где проблема устойчивости таких систем решается с помощью теории сплошных оболочек:

$$q_{cr} = E \frac{t^2}{R^2}, \quad 1)$$

где q_{cr} – критическая нагрузка; E – модуль упругости материала; t – толщина оболочки; R – радиус кривизны конструкции.

Здесь модуль упругости E и толщина оболочки t соответственно равны:

$$E = E_b \frac{A}{3ia}; \quad (2)$$

$$t = 2\sqrt{3}i, \quad (3)$$

где E_b – модуль упругости материала стержня; A – площадь поперечного сечения стержня; i – радиус инерции поперечного сечения стержня; a – длина стержня (размер ячейки).

Кроме того, для сплошных цилиндрических оболочек И.Я. Штаерман получил формулу для определения величины критической нагрузки на ширине определенного участка:

$$F_{cr} = E \frac{(2t)^2}{R} \frac{a}{\sqrt{3(1-\nu^2)}}, \quad (4)$$

где E – модуль упругости материала; $2t$ – толщина оболочки; R – радиус кривизны конструкции; a – ширина участка; ν – коэффициент Пуассона.

Между тем, в работе [3] для цилиндрической сетчатой оболочки момент инерции поперечного сечения на ширине участка a предложено заменить моментом инерции поперечного сечения пояса J_b относительно оси, которая касательна к кривизне конструкции:

$$J_b = \frac{a(2t)^3}{12}. \quad (5)$$

Тогда путем простых преобразований можно определить

$$2t = 3\sqrt[3]{\frac{12J_b}{a}}. \quad (6)$$

Подставив значение $2t$ в формулу (4), получим

$$F_{cr} = E \frac{a}{R\sqrt{3(1-\nu)^2}} 3\sqrt[3]{\left(\frac{12J_b}{a}\right)^2}. \quad (7)$$

Вместе с тем, в работе [1] предложены приближенные формулы для оценки величины критической нагрузки. Они получены Д.Т. Райтом, который исследовал характер перемещений треугольной сетки стержневой оболочки от действия приложенной местной нагрузки.

Было учтено, что при шарнирных узлах сетчатой оболочки наблюдается малое сопротивление местной сосредоточенной нагрузке.

Если по этой методике для треугольной сетки рассмотреть перемещения стержней от нагрузки при закрепленных опорных узлах, будем иметь

$$q_{cr} = E_b \frac{Aa}{6R^3}, \quad (8)$$

где E_b – модуль упругости материала стержней; A – площадь поперечного сечения стержней; a – длина стержней; R – радиус кривизны оболочки.

Приближенно оценивая податливость узлов, найдем также и нижнюю оценку критической нагрузки:

$$E_b \frac{Aa}{12R^3} \leq q_{cr} \leq E_b \frac{Aa}{6R^3}. \quad (9)$$

Кроме того, возможен случай потери устойчивости отдельного стержня, нескольких стержней или незначительные хлопки уязвимых участков. Так, для сетки с жесткими узлами Д.Т. Райтом [4] было получено условие, при котором от действия сосредоточенной нагрузки не наблюдается прощелкиваний жестких узлов. Это условие выглядит следующим образом:

$$a^2 / (Ri) < 9. \quad (10)$$

где a – длина стержня (размер ячейки); R – радиус кривизны оболочки; i – радиус инерции поперечного сечения стержня.

Однако большое количество сделанных допущений при выводе формул делают их ориентировочными. Рассмотренные подходы почти неэффективны и приводят к тому, что они не только количественно, но и качественно нарушают действительную картину работы стержневой конструкции.

На основании проведенного анализа литературных источников, следует заметить, что потеря устойчивости цилиндрических сетчатых оболочек может иметь три возможных формы:

1) от действия тангенциальных сил в отдельных стержнях конструкции продольные усилия могут возрасти до уровня, при котором эти стержни теряют устойчивость. В данном случае вопрос решается просто, поскольку несущая способность отдельного стержня в оболочке равна несущей способности стойки с концами, которые закреплены шарнирно;

2) под действием местной нагрузки, нормальной к поверхности конструкции, возможно прощелкивание узлов. Известно, что в цилиндрических сетчатых системах с шарнирным креплением стержней наблюдается слабое сопротивление местной сосредоточенной нагрузке. Поэтому необходимо предусмотреть жесткие соединения в узлах. Здесь особый интерес представляют вопросы, связанные с определением несущей способности конструкции после возникновения опасного хлопка, что требует изучения критического состояния;

3) потеря общей устойчивости цилиндрических сетчатых оболочек. В отношении ее следует отметить, что уже давно существуют приближенные оценки, основанные на экспериментальных и теоретических результатах. Однако на сегодня разработаны достаточно точные методики расчета, которые протестированы в широких диапазонах возможных параметров с использованием современного программного обеспечения.

Тем не менее, именно потеря общей устойчивости является самой опасной в работе конструкции, которая приводит к разрушению сооружения. Иными словами, несущая способность оболочки исчерпывается за счет потери общей устойчивости, что

сопровождается достижением критической нагрузки и сложным поведением системы с изменением геометрии.

Учитывая это, проблема расчета устойчивости таких конструкций, несмотря на достаточно большое количество публикаций, освещающих разные стороны этого явления, продолжает оставаться актуальной. Обусловлено это также и тем, что реальные цилиндрические сетчатые оболочки имеют целый ряд таких особенностей, которые существенно влияют на величину критической нагрузки, а их использование в теоретических решениях значительно усложняет методику расчета, поскольку требует учета некоторых факторов, а именно:

- 1) несимметричный характер приложения нагрузки;
- 2) сложные граничные условия;
- 3) начальные несимметричные прогибы;
- 4) остаточные напряжения.

Наличие этих и возможно других важных факторов приводит к необходимости решать такие задачи устойчивости цилиндрических сетчатых оболочек, которые будут способствовать отражению реальной картины в поведении сложной многоэлементной системы. Только при таком подходе можно достичь полного согласования эксперимента и теории, что не всегда удается в наше время.

Список литературы:

1. Лебедев В.А., Лубо Л.Н. Сетчатые оболочки в гражданском строительстве на севере / В.А. Лебедев, Л.Н. Лубо. – Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1982. – 136 с.
2. Руководство по проектированию и расчету покрытий нового типа – сетчатых оболочек / ЛенЗНИИЭП. – Л., 1971. – 63 с.
3. Попов И.Г. Цилиндрические стержневые системы / И.Г. Попов. – Л.; М.: Гос. изд-во лит. по стр-ву и арх-ре, 1952. – 112 с.
4. Райт Д.Т. Большие сетчатые оболочки / Д.Т. Райт. – Л.: Стройиздат, 1966. – 11 с.

Эффективная наружная защитная оболочка стен жилых и общественных зданий массового строительства

*Павлова Т.Н., студент,
Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,
г. Нерюнгри
E-mail: tan9_952010@mail.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент Сиянов А.И.*

Для фасадов в настоящее время важно обеспечить утепление стен с наружной или внутренней стороны [1]. Если раньше здания утепляли путем увеличения толщины стены, то сейчас появилась возможность использовать современные теплоизоляционные материалы и новейшие технологии устройства ограждающих конструкций. Постоянный рост цен на энергоносители еще в большей степени способствует разработке комплексных требований энергоэффективности зданий.

Сегодня широко известно использование тонкого штукатурного слоя или вентилируемое утепление [2–5]. Каждая из этих двух систем позволяет утеплить стены здания снаружи современными теплоизоляционными материалами. Оба способа имеют только различную технологию устройства и отличаются применением отделочных материалов.

Наиболее быстро и доступно обеспечить нормальные условия в здании с сохранением тепла, независимо от времени года, можно путем покрытия наружных стен (фасадов) пенопластом. Именно такой материал является натуральным теплоизолятором, который состоит на 98 % из воздуха и отличается легкостью, экологичностью, безопасностью и может эксплуатироваться очень длительное время.

Утепление наружных стен плитами пенопласта (рис. 1) практически в равной степени защищает от жары и холода, позволяет избежать влажности, появления плесени и грибка в здании. Такой подход значительно снижает затраты на отопление и вентиляцию, улучшает звукоизоляцию помещений и продлевает срок службы стен здания. Кроме того, снижение теплопотерь достигает 60 % и решается проблема сырости стен в квартирах. Однако благодаря использованию пенопласта можно не бояться появления грибка и плесени и обеспечить достаточную теплоизоляцию.



Рис. 1. Утепление фасадов пенопластом

Технология выполнения работ должна учитывать значительные перепады температур зимой и летом. Поэтому ограждающие конструкции утепляют снаружи, отдаляя точку росы от внутренней поверхности стены. Пенопласт в таком случае препятствует выходу тепла из помещения и ставит преграду проникновению холодного или горячего воздуха в здание. По сравнению с другими теплоизоляционными материалами (рис. 2) он имеет стандартную толщину и широко используется на практике.

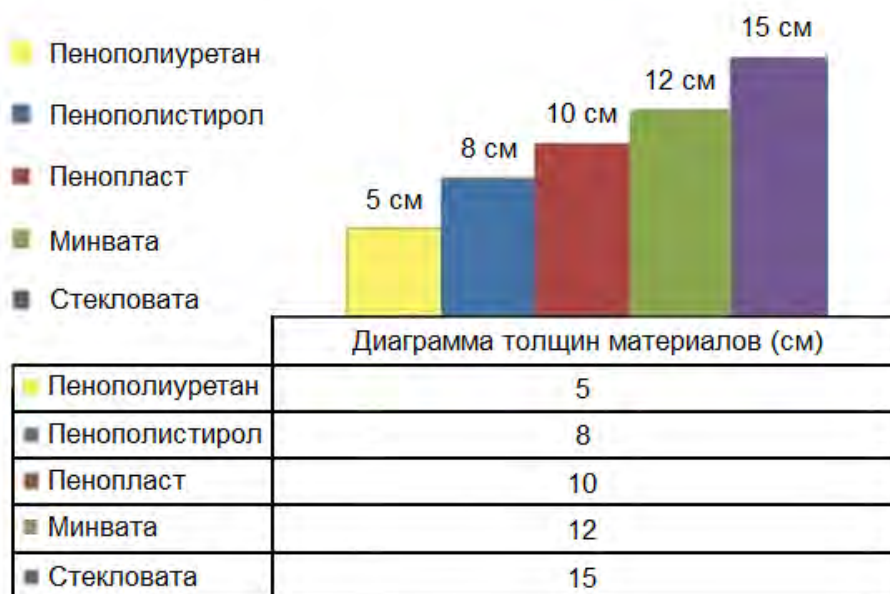


Рис. 2. Сравнительная диаграмма толщин утеплителей

На основании статистических данных (рис. 3), полученных по результатам комплексных исследований можно утверждать, что потери тепла идут практически через все конструкции здания, однако наибольшая их часть приходится на стены.



Рис. 3. Соотношение теплотерь здания

Поэтому для надежного утепления здания необходим качественный и долговечный материал, который со временем сохранит свои свойства. На основании уже имеющихся разработок и проведенных сравнительных расчетов проверены эксплуатационные возможности пенопласта.

Задача заключалась в том, чтобы подобрать толщину утеплителя, при которой точка росы (температура, при которой водяной пар конденсируется и превращается в воду, как показано на рис. 4) находилась бы за пределами стены.

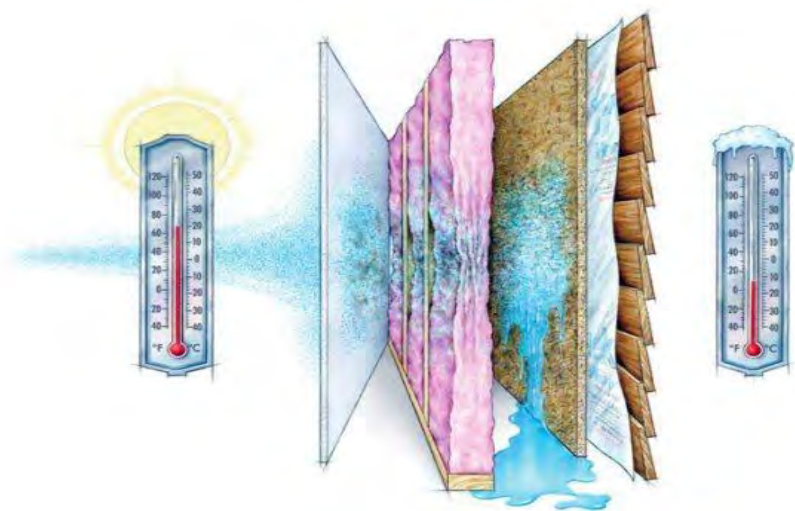


Рис. 4. Изображение точки росы

В современных условиях очень важно использование такого теплоизоляционного материала, который, обладая малой толщиной, повышал бы термическое сопротивление R ограждающих конструкций.

Теплопроводность является основной характеристикой утеплителя. Однако в расчетах применяется соответствующий коэффициент λ . Необходимо стремиться к его наименьшему показателю, что приведет к снижению теплопередачи и повышению термического сопротивления конструкции R .

С учетом требований норм для разных регионов России и значения коэффициента теплопроводности стены можно выполнить расчет толщины пенопласта.

Остановим свой выбор на стенах из пенобетона.

Сопротивление теплопередачи

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (1)$$

где δ и λ – соответственно толщина и коэффициент теплопроводности материала. Разница между нормативным R_n и фактическим R_f сопротивлением

$$R = R_n - R_f. \quad (2)$$

Коэффициент теплопроводности пенопласта $\lambda = 0,037$ Вт/(м°C).

Из выражения (1) легко определить требуемую толщину утеплителя

$$\delta = R \cdot \lambda, \quad (3)$$

Расчеты проведены для ряда городов РФ (Нерюнгри, $R = 5,04$ м²С/Вт, Хабаровск, $R = 3,56$ м²С/Вт, Благовещенск, $R = 3,73$ м²С/Вт, Красноярск, $R = 3,62$ м²С/Вт).

Для пенобетонных стен различной толщины результаты расчетов плит пенопласта представлены в табл. 1.

Соотношение толщин материалов стен

Город РФ	Толщина плит пенопласта для пенобетонных стен, мм			
	300	400	500	600
Нерюнгри	13	12	10	8
Хабаровск	8	6	4	2
Благовещенск	9	7	5	3
Красноярск	8	6	4	2

Таким образом, для повышения сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций в г. Нерюнгри требуется большая, по сравнению с другими регионами, толщина пенопласта.

За счет утепления наружных стен можно сэкономить на энергоресурсах системы автономного отопления до 50 % и увеличить возможности котла в 2 раза.

Плиты пенопласта необходимо приклеивать с перевязкой швов для обеспечения прочности системы утепления. Именно такая технология создаст благоприятные условия для работы и позволит не допустить появления опасных щелей и трещин.

Для утепления наружных стен можно порекомендовать высококачественные материалы производства компании Ceresit (Германия).

Применение другой технологии для теплоизоляции наружных стен предусматривает нанесение тонкого штукатурного слоя по системе “мокрый фасад” [2]. Такая технология имеет самое широкое распространение и используется при утеплении, ремонте и реконструкции зданий и сооружений.

Крепление плит пенопласта к фасаду обеспечивается за счет клеевого состава и использования дюбелей. Далее производится повторное покрытие фасада клеем и устанавливается армирующая фасадная сетка. В результате создается прочная основа, на которую наносится финишная грунтовка и тонкая декоративная штукатурка. Прочность финишной штукатурки не вызывает сомнения, поскольку помимо наполнителя, включает в себя мраморную крошку. Правильная технология выполнения работ обеспечит длительную эксплуатацию фасада, приятный внешний вид и экономическую выгоду.

Список литературы:

1. Беляев В.С. Энергоэффективность и теплозащита зданий / В.С. Беляев, Ю.Г. Граник, Ю.А. Матросов. – М.: Изд-во АСВ, 2014. – 400 с.
2. Зарубина Л.П. Теплоизоляция зданий и сооружений. Материалы и технологии: учебник. 2-е изд.-е / Л.П. Зарубина. – СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 416 с.
3. Подольский Ю.Ф. Утепление и звукоизоляция квартиры и дома / Ю.Ф. Подольский. – Белгород, Харьков: Изд.-во Книжный клуб “Клуб семейного досуга”, 2012. – 464 с.
4. Котельников В.С. Утепление и гидроизоляция частного дома и квартиры / В.С. Котельников. – М.: Изд.-во Феникс, 2014. – 269 с.
5. Колосов Е.В. Утепление и гидроизоляция дома и квартиры / Е.В. Колосов. – М.: Изд.-во Рипол Классик, 2013. – 256 с.

Комплексный подход к оценке критериев выбора конструктивной формы строительного объекта

*Рупасов И.О., студент,
Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,
г. Нерюнгри
E-mail: rupasov-1991@mail.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент Сиянов А.И.*

Работа над проектом здания или сооружения предполагает выбор конструктивной формы, в основу которой положена разработка детального технико-экономического обоснования [1]. Как правило, рассматривают несколько вариантов схем, имеющих принципиальные отличия. Архитектурная форма выбранных вариантов может быть одинаковой или различная, но она должна отвечать единому функциональному назначению объекта. На первом этапе проектирования необходимо решить задачу оптимизации конструктивной формы в соответствии с требованиями архитектурной выразительности, прочности, экономичности и технологичности [2].

Выбор критериев оптимальности является первоочередным и ответственным моментом для получения эффективных показателей будущего объекта. В настоящее время разработаны и апробированы на практике модели анализа возможных вариантов. Если принимать за основу только параметры выбора материала для изготовления конструкций, то такой подход будет односторонним и не учтет другие виды затрат. В таком случае можно применить комплексный подход к оценке существующих критериев, что позволит разумно подойти к выбору правильного технического решения. Проведенный анализ известных исследовательских практик приводит к необходимости применения достаточно емкого критерия себестоимости конструкций. Он включает в себя затраты на материалы, расходы, связанные с изготовлением и естественно, показатели стоимости [3].

Однако все же ключевым критерием является себестоимость конструкций в деле, что предполагает учет затрат на транспортировку и хранение, стоимость монтажа и конечно же обеспечение необходимым количеством всех материалов. В масштабах здания или сооружения в критерий себестоимости входят все системы функционирования объекта. Возникает задача определения объемов и технических решений по всем статьям затрат. При сравнении вариантов такой подход позволит установить влияние типа конструктивной схемы на сопутствующие параметры и экономичность проекта. В современных условиях применяют прикладное программное обеспечение, опыт, полученный при разработке и реализации аналогичных решений, актуализированные редакции нормативных документов и укрупненные показатели.

Себестоимость в деле включает в себя пять основных составляющих, которые определяют стратегию всех будущих расходов. Обычно к ним относят стоимость: проектирования 3–5%, материалов 63–73%, изготовления 16–22%, транспортных затрат 3–7% и монтажа конструкций 5–20%. Если ценовая политика объекта включает сроки строительства и эксплуатационные затраты, то на себестоимость будет приходиться лишь 2% от общей суммы. В таком случае наибольшая часть пойдет на эксплуатацию

92% и обслуживание 6% (рис. 1) [4]. Однако в реальности часто появляются дополнительные расходы, поэтому к техническим решениям предъявляют новые требования, предполагающие проведение серьезной работы над архитектурным и планировочным решением, что позволит оптимизировать конструктивную форму строительного объекта и добиться получения существенной прибыли.



Рис. 1. Структурные схемы стоимости строительного объекта: а) – соотношение себестоимости строительства и затрат на обслуживание; б) – то же, с учетом затрат на эксплуатацию и персонал

Точно определить целесообразность принятого технического решения можно благодаря анализу стоимости жизненного цикла проектируемого здания или сооружения, который предусматривает его взаимодействие с внешней окружающей средой на протяжении всех этапов функционирования объекта (рис. 2) [4].



Рис. 2. Структурная схема жизненного цикла объекта

Здесь следует остановиться на стоимости жизненного цикла, включающего в себя затраты на строительство, обслуживание, эксплуатацию и утилизацию или реновацию объекта (рис. 3, 4).

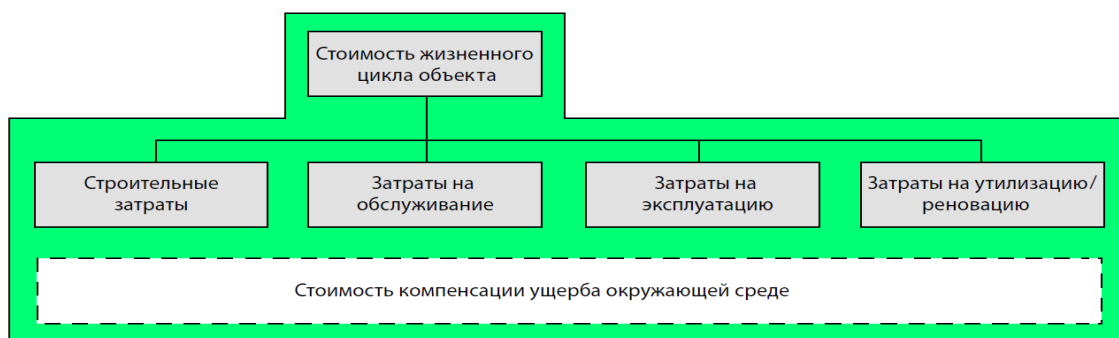


Рис. 3. Структурная схема стоимости жизненного цикла объекта [4]



Рис. 4. Диаграмма соотношения стоимости жизненного цикла объекта

В соответствии с действующими нормами необходимо учитывать множество компонентов, указанных в табл. 1 [4].

Таблица 1

Состав стоимости жизненного цикла объекта

Строительные затраты	Затраты на обслуживание	Затраты на эксплуатацию	Затраты на утилизацию / реновацию
Себестоимость в деле Сопутствующие строительные затраты Затраты, определяемые клиентом	Модернизация элементов Плановая замена элементов и затраты на адаптацию Текущие ремонты и техобслуживание Внеплановые ремонты Благоустройство Затраты, определяемые клиентом	Обслуживание Уборка территории Администрирование, включая оплату эксплуатирующего персонала и управление отходами Накладные расходы Налоги Затраты, определяемые клиентом	Демонтаж и разборка Утилизация компонентов Реновация согласно договорным обязательствам Затраты, определяемые клиентом

Процесс моделирования стоимости жизненного цикла здания или сооружения предполагает использование инвестиций и зависит от возможностей заказчика в рамках рыночных отношений. Однако применение такого критерия возможно с учетом прогнозов и не гарантирует точность плановых расчетов. В таком случае наиболее приемлемой и апробированной моделью является указанная выше себестоимость в деле. Именно она учитывает многие факторы и показатели в пределах заданного временного отрезка. Сроки службы любого объекта зависят от применяемых материалов, конструктивных решений, капитальности, условий эксплуатации (режим, перепады температуры, наличие динамических нагрузок, качество обслуживания и ремонтов) и ряда других, часто сопутствующих, факторов. Их можно определить по нормативному документу [5] с учетом ключевых показателей, среди которых категория сложности и степень ответственности здания или сооружения. Причем указанные сроки службы носят рекомендательный характер, являются усредненными и при нарушении графика профилактик и восстановления не совпадают со временем, отведенным на износ конструкций. Особенно если не соблюдать правила технического обслуживания и ремонта.

При проектировании важно учитывать соотношение начальной стоимости объекта и затрат на поддержание его в нормальном состоянии. Сюда входят затраты на строительство, обслуживание и эксплуатацию. Однако, в соответствии с утвержденным планом, жизненный цикл здания или сооружения должен быть завершен реновацией, реконструкцией или демонтажем, что приводит к соответствующим затратам и предполагает утилизацию компонентов. Сегодня простой анализ показывает, что каждый этап, указанный в табл. 1 сопровождается взаимодействием с окружающей средой, начиная со срезки растительного слоя и завершая восстановлением природного ландшафта. Поэтому необходимо комплексно подойти к проектированию и учесть все необходимые затраты, в том числе и те, которые связаны с компенсацией ущерба окружающей среде. Такие задачи в настоящее время уже ставятся и в скором будущем можно ожидать реализацию их решений.

Список литературы:

1. Коршунова Е.М. Техничко-экономические расчеты строительства новых и реконструкции зданий различного назначения (на стадии технико-экономического обоснования): учеб. пособие / Е.М. Коршунова, Н.А. Малинина, К.В. Малинина; СПбГАСУ. – СПб., 2011. – 104 с.
2. Катаева Е.С. Методы оптимизации: учеб. пособие / Е.С. Катаева; ТУСУР. – 2016. – 67 с. URL: kibevs.tusur.ru/sites/default/files/upload/work_progs/kes/mo_posobie.pdf.
3. Владимиров С.А. Методология оценки и анализа экономической эффективности инвестиционных проектов в строительстве / С.А. Владимиров // Автореферат докторской диссертации по специальности 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством: экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами (строительство). – СПб., 2017. – 16 с.
4. Лоусон М. Стальные конструкции в архитектуре / М. Лоусон, А. Билык; Украинский Центр Стального Строительства. – К.: НПП «Интерсервис», 2015. – 137 с.
5. ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения; НИЦ «Строительство» – ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. – М.: Стандартинформ, 2015. – 16 с.

Влияние схем структурного модуля на параметры работы пространственного стержневого покрытия

*Рупасова О.В., студент,
Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,
г. Нерюнгри
E-mail: guivan-olya@mail.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент Сиянов А.И.*

Актуальность применения стержневых покрытий [1] не вызывает сомнения и с каждым годом возрастает. Особенно если речь идет о модульных пространственных конструкциях [2, 3], которые характеризуются полной заводской готовностью и имеют регулярную повторяемую стержневую структуру. В основу их построения положена система объемных модулей, соединяемых между собой по известной технологии в достаточно короткие сроки.

Ранее уже предлагался структурный элемент для создания пространственной системы [4]. Он прошел серьезную апробацию в реальных конструкциях и удачно показал себя под действием нагрузок. Выполненные и реализованные проекты покрытия (автозаправочной станции, крытой стоянки автотранспорта, торгового рынка и двухэтажного ангара) являются ярким тому подтверждением.

В настоящее время выполнена проверка расчетной схемы с измененным положением раскосов в плоскостях граней (рис. 1, б).

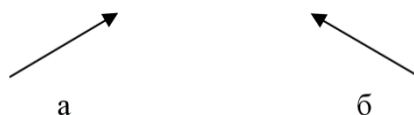


Рис. 1. Направление диагональных элементов в гранях: а – предложенное ранее; б – измененное

Исследования пространственной стержневой конструкции проведены на конечно-элементной модели, которая показана на рис. 2.

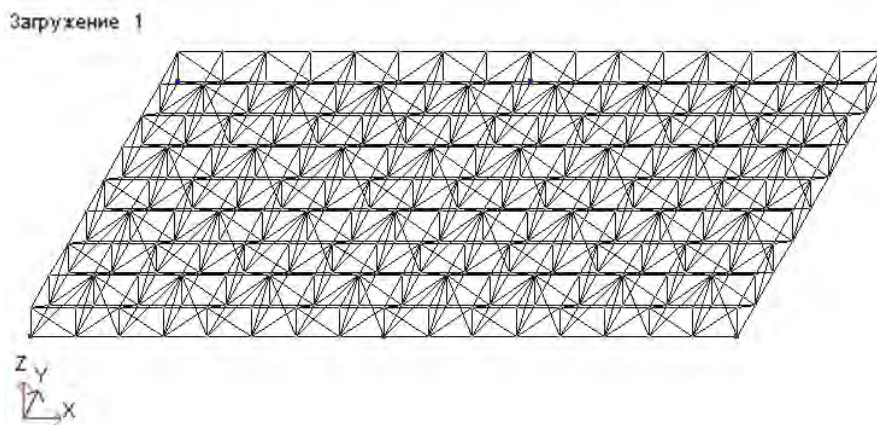


Рис. 2. Схема пространственного стержневого покрытия

Параметры модуля приняты согласно рекомендациям по проектированию [5]: высота $h = 1$ м, длина продольных и поперечных элементов $l = 1,5$ м, длина раскосов $d = 1,8$ м, их угол наклона к поясам граней $\varphi = 33,41^\circ$, диагональный элемент длиной $d_1 = 2,35$ м из плоскости грани к горизонту расположен под углом $\varphi_1 = 25,14^\circ$.

Действующая нагрузка q принята из расчета климатических условий, правил проектирования и рекомендаций нормативных документов.

Значение грузовых площадей A и их количество n определено на основании числа и размеров стержней. Каждый участок покрытия имел свой показатель A_n :

$$A_1 = 0,25 \cdot l^2; A_2 = 0,5 \cdot l^2; A_3 = l^2. \quad (1)$$

На основании грузовых площадей A_n и с учетом коэффициента надежности по нагрузке γ_f вычислены сосредоточенные силы в узлах F_n :

$$F_1 = A_1 \cdot q \cdot \gamma_f; F_2 = A_2 \cdot q \cdot \gamma_f; F_3 = A_3 \cdot q \cdot \gamma_f. \quad (2)$$

Естественно, наибольшая интенсивность задана центральному коньковому узлу и узлам с максимальным количеством стержней, наименьшая – узлам, расположенным в углах покрытия.

Связи предполагали нижнее крепление конструкции с запрещением линейных перемещений ($X = Z = 0$) в трех узлах и полным ограничением движения четвертого узла ($X = Y = Z = 0$). Кроме того, на крайних продольных ребрах контура в середине длины покрытия, для обеспечения необходимой жесткости конструкции установлены вертикальные связи ($Z = 0$) в двух противоположных узлах.

В качестве стержней приняты бесшовные горячекатаные трубы из стали Вст3пс при ограничениях по гибкости λ_u , напряжениям σ_u и перемещениям δ_u :

$$\lambda \leq \lambda_u; \sigma \leq R_y \gamma_c; \delta \leq \delta_u, \quad (3)$$

где R_y – расчетное сопротивление стали, γ_c – коэффициент условия работы.

Исследования проведены по результатам компьютерного моделирования [6, 7] покрытия и выполненного конечно-элементного анализа.

Состояние конструкции оценивалось по схемам визуализации силовых факторов и параметров деформирования.

Усилия в стержнях покрытия определены в четырех направлениях: продольном, поперечном и диагональном (в плоскости и из плоскости граней).

Полученные по результатам расчета цветные мозаики позволили проанализировать общее состояние и выявить наиболее опасные участки работы конструкции.

Центр характеризовался наибольшими осевыми силами растяжения и сжатия с нормальным распределением силовых факторов. Верхние стержни опорных граней в основном сжимались, нижние – растягивались. Максимальные показатели, с измененной схемой структурного модуля, зафиксированы на контуре в сжатых опорных стойках в середине длины покрытия. Причем, ранее предложенный вариант показал максимум усилий в растянутых верхних стержнях крайних продольных ребер.

При определении закономерностей работы конструкции в зависимости от схемы структурного модуля выявлены изменения знака усилий и увеличения их значений во многих элементах, однако в числовом выражении по величине, за исключением отдельных участков, разница оказалась не существенной.

Выполненные расчеты позволили получить усилия в стержнях покрытия для двух схем структурного модуля. Наибольшие показатели приведены в табл. 1.

Таблица 1

Максимальные усилия в элементах конструкции в зависимости от направления расположения их в пространстве

Направление расположения элементов	Значения наибольших усилий в стержнях, кН			
	с предложенным ранее модулем		с измененным модулем	
	растяжение	сжатие	растяжение	сжатие
Продольное по X	+131,3	-57,3	+83,7	-130,6
Поперечное по Y	+118,3	-93,2	+124,8	-97,8
Вертикальное по Z	+4,8	-4,8	+2,7	-48,8
Наклонное в плоскости граней по X	+64,8	-111,4	+106,1	-66,1
Наклонное в плоскости граней по Y	+42,3	-68,9	+61,8	-36,3
Диагональное из плоскости граней	+18,6	-37,9	+32,9	-48,6

На основании полученных данных выявлено, что при изменении структурного модуля максимальные усилия в одних стержнях увеличились, в других – уменьшились. По контуру наиболее уязвимыми оказались продольные и наклонные элементы. С приближением к центру существенное силовое влияние восприняли поперечные элементы. В итоге полученные изменения предложенного ранее структурного модуля отразились различным характером проявления усилий (в некоторых местах на 100 %).

Однако отмеченные закономерности показали только силовое состояние покрытия. От действия нагрузок конструкция с измененным модулем, также, как и с ранее предложенным, изменяла свою форму, то есть деформировалась. Основное влияние оказывали перемещения узлов в вертикальном направлении, особенно в средней зоне конструкции. Максимальный прогиб зафиксирован в центральном верхнем узле на пересечении осей симметрии. В горизонтальном направлении наибольшие перемещения выявлены в середине длины и на опорных контурных ребрах покрытия.

В конструкции с предложенным ранее структурным модулем закономерности деформирования практически полностью совпали. Сравнение двух схем показало, что благодаря изменению положения раскосов в гранях немного уменьшились линейные и возросли угловые горизонтальные перемещения узлов. Однако в покрытии с прежним модулем более приемлемой оказалась форма деформирования по вертикали.

Указанные в табл. 2 максимальные перемещения узлов позволили оценить опасность некоторых участков конструкции. Полученные в результате расчета значения отразили прямую зависимость от силовых параметров. Однако анализ максимальных показателей выявил неоднозначный характер деформирования с предложенным ранее и измененным структурным модулем. Прежняя схема оказалась более устойчивой к действию нагрузок, о чем свидетельствуют деформации покрытия. В измененной конструкции наибольшие горизонтальные и вертикальные перемещения узлов увеличились незначительно (в

пределах 2...6 %).

В итоге максимальные прогибы зафиксированы в центральном участке покрытия, наибольшие горизонтальные перемещения – на контуре.

Таблица 2

Максимальные перемещения узлов конструкции в зависимости от направления расположения их в пространстве

Направление перемещения узлов		Значения наибольших перемещений узлов, мм	
		с предложенным ранее модулем	с измененным модулем
Горизонтальное	X	5,58	5,21
	UX	7,65	7,77
	Y	4,52	4,30
	UY	4,23	4,40
Вертикальное	Z	25,40	26,36
	UZ	0,74	0,83

Полученные результаты показали зависимость силовых факторов и параметров деформирования от схем структурного модуля покрытия. Изменения, связанные с переходом частично уменьшили прежние максимальные показатели и резко увеличили наибольшие усилия сжатия в продольных и вертикальных контурных элементах. В максимально нагруженных раскосах опорных зон выявлены неоднозначные изменения числовых значений, связанные с ростом или снижением показателей разных знаков. В поперечном направлении увеличилась загруженность растянутых элементов с заметным снижением максимальных усилий сжатия в раскосах центральной зоны.

Как и ожидалось, выявленная информация позволила определить внутренние силовые факторы и закономерности работы элементов. Однако полное состояние конструкции удалось оценить только по результатам изменения формы покрытия. Несмотря на серьезную зависимость усилий в элементах от схем структурного модуля, тенденций геометрического характера практически не зафиксировано.

Список литературы:

1. Кудишин, Ю.И. Металлические конструкции: учебник / [Ю.И. Кудишин, Е.И. Беленя, В.С. Игнатъева и др.]; под ред. Ю.И. Кудишина. – 13-е изд., испр. – М.: Академия, 2011. – 688 с.
2. Михайлов, В.В. Пространственные стержневые конструкции покрытий (структуры): учеб. пособие / В.В. Михайлов, М.С. Сергеев; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. – 56 с.
3. Клячин, А.З. Пространственные стержневые металлические конструкции регулярной структуры / А.З. Клячин – Екатеринбург: Диамант, 1995. – 276 с.
4. Патент 58064С2 України, МПК 7 E04C3/08, E04B1/343, 1/344. Просторовий блок покриття / Сорочан В.Л. (Україна). – № 2002097186; Заявл. 04.09.02; Опубл. 15.02.05. Бюл. № 2. – 4 с.
5. Трущев А.Г. Пространственные металлические конструкции / А.Г. Трущев: Учеб. пособие для вузов. – М.: Стройиздат, 1983. – 215 с.

6. Программы для расчета и проектирования конструкций // LiraLand Group, 2019 URL: liraland.ru/.

7. Пакет обновления 2 для ЛИРА-САПР 2019 R1 // LiraLand Group, 2019 URL: liraland.ru/.

Разработка и исследование свойств полимерных композитов на основе политетрафторэтилена, модифицированного каолинитом и шпинелью магния

*Тарасова П.Н., студент, Лаукканен С., аспирант,
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,
г. Якутск
E-mail: pn.tarasova@mail.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент Слепцова С.А.*

Среди полимерных материалов, применяющихся в сложных условиях эксплуатации, наиболее перспективным является политетрафторэтилен (ПТФЭ). Эффективным способом улучшения физико-механических и антифрикционных свойств ПТФЭ является его модификация различными наполнителями. Основным критерием при выборе наполнителя является его способность выдержать температурный режим переработки (375°C), а также стойкость к атмосферной коррозии, химическая стойкость, высокая теплопроводность. Этим и обусловлен повышенный интерес к слоистым силикатам в качестве перспективных наномодификаторов для создания полимерных композиционных материалов (ПКМ), с заданными эксплуатационными свойствами.

Целью работы является разработка и исследование свойств ПКМ на основе ПТФЭ, наполненного каолинитом и шпинелью магния.

В качестве наполнителя ПТФЭ (ПН-90, ООО «Галополимер») был выбран каолинит (К) $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$ Глуховецкого месторождения (Украина). Для улучшения совместимости наполнителя с ПТФЭ дополнительно использовали шпинель магния (ШМ), синтезированную в Институте химии твердого тела и механохимии СО РАН.

Композиты получали при сухом смешении компонентов, после механоактивации наполнителей в планетарной мельнице в течение 2 мин, с последующим холодным прессованием (нагрузка 50 МПа) и спеканием до 375°C.

Физико-механические свойства композитов определяли на универсальной испытательной машине «Autograph AGS-J Shimadzu» (Япония). Триботехнические свойства определяли на высокотемпературном универсальном трибометре CETR UMT – 3 (США) по схеме трения «палец-диск», под нагрузкой 160 Н, со скоростью скольжения 0,2 м/с в течение 4 ч, с предварительной приработкой в течение 1,5 ч. Термодинамические характеристики определяли на дифференциальном сканирующем калориметре DSC 204 F1 Phoenix «NETZSCH» (погрешность не более +0,1%).

Процентные соотношения наполнителей подбирались таким образом, чтобы суммарные концентрации не превышали т.н. критические концентрации, в пределах которых, как известно, происходит существенное повышение износостойкости и сохраняются высокие физико-механические характеристики полимеров.

Сравнение физико-механических характеристик ПКМ выявило, что

дополнительное введение ШМ в ПКМ, содержащих К приводит к их снижению. Такое изменение свойств является характерным для ПТФЭ и зависит от характера влияния наполнителя на гибкость и конформационные изменения макромолекулы полимерной матрицы в зависимости от дисперсности, концентрации и химической природы наполнителя [1].

Таблица 1

Физико-механические и триботехнические характеристики композитов

Композит	$\Delta\epsilon_p$, %	$\Delta\sigma_p$, МПа	E, МПа	I, мг/час (1,5 ч)	f (1,5 ч)	I, мг/час (4 ч)	f (4 ч)
ПТФЭ	320	20,0	479	112,48	0,22	65,61	0,23
+1%К	561	20,7	521	-	-	1,70	0,28
+0,8%К+0,2%ШМ	347	20,5	442	4,02	0,19	0,15	0,23
+0,9%К+0,1%ШМ	316	19,7	589	4,57	0,20	0,31	0,24
+2%К	507	20,9	440	-	-	1,28	0,24
+1,5%К+0,5%ШМ	373	20,9	516	0,98	0,21	0,13	0,24
+1,8%К+0,2%ШМ	378	20,7	505	1,14	0,21	0,18	0,22
+5%К	457	16,0	504	-	-	0,57	0,28
+4,0%К+1,0%ШМ	332	15,8	453	1,56	0,22	0,15	0,27
+4,5%К+0,5%ШМ	395	15,6	536	0,21	0,23	0,13	0,27
+4,8%К+0,2%ШМ	440	14,1	880	0,49	0,22	0,09	0,23

Примечание: $\Delta\epsilon_p$ - относительное удлинение при разрыве, $\Delta\sigma_p$ - предел прочности при растяжении, E - модуль упругости, I - скорость массового изнашивания, f - коэффициент трения.

Значение относительного удлинения ПКМ с ростом содержания К в основном увеличивается, по сравнению с исходным ПТФЭ, максимальное значение которого достигается при малом наполнении К (1 мас. %). При введении ШМ значение предела прочности при растяжении снижается, что обуславливает о несовместимости функциональной добавки с наполнителем.

Анализ триботехнических характеристик показал, что введение ШМ и К способствовало увеличению износостойкости в 1250 раз. Видно, что износостойкость материала существенно зависит от соотношения К с ШМ. При малых концентрациях наполнителей (1% и 2%) с увеличением концентрации ШМ износостойкость композита уменьшается.

Таблица 2

Термодинамические характеристики композитов

Композит	$\Delta H_{пл.}$, Дж/г		$\Delta H_{крст.}$, Дж/г		$T_{нач. пл.}$, °С		$T_{пл.}$, °С		$T_{конец пл.}$, °С		
	1 цикл	2 цикл	1 цикл	2 цикл	1 цикл	2 цикл	1 цикл	2 цикл	1 цикл	2 цикл	
ПТФЭ	45,09	10,47	13,13	13,56	325	317	331	321	339	323	
1% К	без акт	43,45	8,35	9,91	12,35	326	317	332	321	340	324
	акт	48,57	12,31	14,8	13,13	327	317	332	321	341	323
	0,9%К + 0,1%ШМ	40,34	-	11,35	-	326	-	332	-	340	-
2%	без акт	43,21	10,12	10,41	11,94	326	317	332	322	340	324

	акт	45,18	11,08	11,83	12,50	326	317	331	321	340	324
	1,5%К + 0,5% ШМ	39,79	-	10,25	-	326	-	331	-	340	-
5% К	без акт	41,64	9,65	10,13	11,94	326	317	332	321	340	323
	акт	42,19	11,21	12,71	13,55	326	317	331	321	340	324
	3,8%К + 1,2% ШМ	38,46	-	12,40	-	326	-	332	-	340	-

Примечание: $\Delta H_{\text{пл}}$ – энтальпия плавления, $\Delta H_{\text{крист.}}$ – энтальпия кристаллизации, $T_{\text{нач. пл.}}$ – температура начала плавления, $T_{\text{пл}}$ – температура плавления, $T_{\text{конц пл.}}$ – температура конца плавления.

В данной работе метод дифференциально сканирующей калориметрии (ДСК) использовали с целью исследования термодинамических характеристик ПКМ в процессе формирования, т.е. в процессе спекания отпрессованных порошкообразных образцов композиционных смесей в калориметрической ячейке ДСК (1 цикл), а также процессов плавления и рекристаллизации в композитах, т.е. в спеченных образцах (2 цикл).

Введение наполнителей в кристаллизующийся полимер сопровождается изменением термодинамического состояния системы, что является следствием взаимодействия частиц наполнителя с макромолекулами полимерной цепи в расплаве и его влияния на изменение молекулярной подвижности цепей [2].

Из полученных данных было выявлено, что при введении К в ПТФЭ температура плавления остается на уровне исходного полимера. Также наблюдается смещение начала и конца температуры плавления после спекания в сторону меньших температур. Снижение температуры плавления композитов обусловлено повышением гибкости макромолекул полимера.

Энтальпия плавления характеризует количество энергии, затрачиваемое на переход кристаллической фазы в аморфную. При малом наполнении каолинитом наблюдается увеличение значений энтальпии плавления и энтальпии кристаллизации в сравнении с исходным ПТФЭ. При введении ШМ происходит снижение значений энтальпии плавления и кристаллизации по сравнению с ПКМ, содержащих только К.

Значение энтальпии плавления в процессе спекания (1 цикл) намного выше, чем в процессе перекристаллизации (2 цикл). Отсюда следует, что в процессе формирования (спекания) порошкообразной смеси композитов требуется больше энергии для преодоления межфазного взаимодействия, препятствующего большей подвижности макромолекул для перехода его в расплав.

Выявлено, что одновременное введение ШМ с К способствует увеличению износостойкости в 1250 раз при сохранении и некотором изменении физико-механических характеристик. Наблюдается смещение начала и конца температуры плавления после спекания в сторону меньших температур. Зарегистрировано снижение энтальпии плавления спеченных образцов, которое свидетельствует о протекании менее интенсивных процессов рекристаллизации в уже структурированном композите.

Список литературы:

1. Липатов Ю.С. Физическая химия наполненных полимеров. М., «Химия», 1977.
2. В.С. Миронов, Ю.М. Плескачевский. Электрофизическая активация полимерных материалов. – Гомель: ИММС НАНБ, 1999. - 172 с.

Учет геометрической нелинейности работы круговой цилиндрической односетчатой оболочки

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

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент Сиянов А.И.*

Аналитическое представление задачи устойчивости круговой цилиндрической односетчатой оболочки (рис. 1) при условии действия приложенной эксплуатационной нагрузки является слишком сложным. Необходимость учета характерной для данной конструкции геометрической нелинейности работы еще больше усложняет задачу [1, 2]. Поэтому появляется необходимость в проведении подробного анализа ее устойчивости, причем нелинейность процесса деформирования системы следует учитывать по шагам с изменением параметра внешней нагрузки [3].

В случае идеальной геометрии пространственной конструкции задача устойчивости несколько упрощается. Однако начальные несовершенства формы и другие возмущения в реальной цилиндрической односетчатой оболочке приводят к сильному снижению величины критической нагрузки. Проблема усугубляется еще и тем, что требует тщательной корректировки найденной величины критической нагрузки.

Воспользуемся известными соотношениями [4] и рассмотрим криволинейную сетчатую поверхность как упругую систему.

Тогда состояние равновесия системы можно записать в виде

$$\{F\} = |K|\{\delta\}, \quad (1)$$

где $\{F\}$ – матрица-столбец вектора узловых нагрузок системы; $\{\delta\}$ – матрица-столбец вектора перемещений узлов системы; $|K|$ – матрица коэффициентов жесткости системы.

Учитывая элементы приведенного уравнения (1), запишем выражение для потенциальной энергии

$$\{II\} = \frac{1}{2}\{F\}\{\delta\} \quad (2)$$

системы в процессе ее деформирования от действия приложенной эксплуатационной нагрузки.

Из выражения (2) видно, что на величину потенциальной энергии $\{II\}$ системы влияют перемещения узлов $\{\delta\}$, которые определяют форму пространственной стержневой конструкции и узловые нагрузки $\{F\}$.

Вообще потенциальная энергия оболочки может принимать одно из трех возможных вариантов экстремальных значений и характеризоваться:

- 1) минимальной величиной, что приводит к устойчивому состоянию равновесия;
- 2) максимальной величиной, сопровождающейся неустойчивым состоянием равновесия;
- 3) точкой, предусматривающей неустойчивое состояние равновесия.

Здесь справедливо известное утверждение – состояние равновесия конструкции устойчивое, если в таком состоянии потенциальная энергия является минимальной.

Деформирование цилиндрической оболочки от действия внешней нагрузки характеризуется графиком (рис. 2), который представляет собой зависимость интенсивности критической силы от прогиба в характерной точке конструкции.

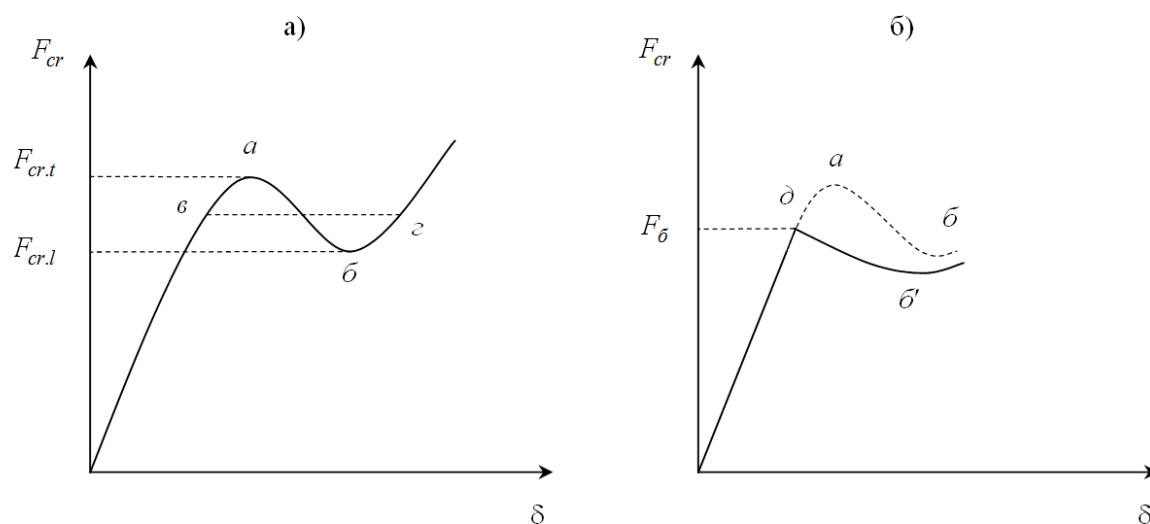


Рис. 2. Зависимость критической нагрузки от прогиба оболочки: пологой (а); подъемистой (б)

В зависимости от высоты (стрелы подъема) оболочки на графике возможно появление особых точек. В случае пологой конструкции могут иметь место две граничные точки (рис. 2, а). Соответствующие им значения в теории устойчивости носят название верхней $F_{cr.t}$ и нижней $F_{cr.l}$ критической нагрузки.

С учетом прежних исследований при рассмотрении перемещений стержней и закрепленных опорных узлах для треугольной сетки можно получить верхнюю критическую нагрузку

$$F_{cr.t} = E \frac{Aa^3}{6R^3}, \quad (3)$$

где E – модуль упругости материала; A – площадь поперечного сечения стержней; a – размер ячейки; R – радиус кривизны оболочки.

Приближенно оценивая податливость узлов, можно найти также и нижнюю критическую нагрузку:

$$F_{cr.l} = \frac{1}{12} \frac{EAa^3}{R^3}. \quad (4)$$

При этом считают, что возможно состояние, когда будет справедливо условие

$$E \frac{Aa^3}{12R^3} \leq F_{cr} \leq E \frac{Aa^3}{6R^3}. \quad (5)$$

Естественно основываясь на прежних рассуждениях такое можно допустить.

Однако использование теории тонких сплошных цилиндрических оболочек применительно к аналогичным сетчатым поверхностям позволили получить

$$F_{cr} = \frac{EAas}{R} \left[\frac{J}{A} \left(\frac{\pi\alpha R}{nL^2} + \frac{n\pi}{\alpha R} \right)^2 + \left(\frac{(\alpha R)^2}{R^2 n^2 \pi^2} \right) / \left(1 + \frac{n^2 L^2}{(\alpha R)^2} \right)^2 \right], \quad (6)$$

где s – коэффициент заполнения сетки; J – момент инерции поперечного сечения стержней; α – угол описанной окружности оболочки; L – длина оболочки; n – число полуволн формы потери устойчивости.

Переход от одного состояния устойчивости к другому на уровне верхней критической нагрузки $F_{cr,t}$ осуществляется скачком, что сопровождается прохождением закритических состояний. Причем крайне опасным для оболочки следует считать уровень нижней критической нагрузки $F_{cr,l}$.

При выполнении условия $F < F_{cr,l}$, задача о равновесии оболочки имеет единственное решение. Однако когда значение нагрузки находится в диапазоне между величинами $F_{cr,l}$ и $F_{cr,t}$, тогда решение задачи не единственное и при наличии соответствующих возмущающих факторов (несовершенств и т.п.) может произойти скачок в более отдаленную точку кривой.

В случае подъемистой оболочки на графике (рис. 2, б) появляется точка бифуркации, в которой докритическая форма деформации, вызванная действием внешней нагрузки, заменяется формой потери устойчивости. После бифуркации кривая нагрузки цилиндрической поверхности также опускается вниз и достигает нижней границы в точке b' , которая находится ниже точки бифуркации. В обоих случаях потеря устойчивости происходит из-за хлопка. Наличие геометрических несовершенств, к тому же, ведет к снижению критической нагрузки. Причем, с увеличением разницы между верхней и нижней критическими точками, возрастает чувствительность оболочки к несовершенствам.

Поэтому для полного анализа несущей способности конструкции необходимо исследование с использованием нелинейной теории устойчивости оболочек. Однако, для систем, которые теряют устойчивость путем разветвления решения, поиск соответствующей критической нагрузки и формы потери устойчивости с привлечением только линейной теории является также весьма важной практической задачей.

Список литературы:

1. Руководство по проектированию и расчету покрытий нового типа – сетчатых оболочек / ЛенЗНИИЭП. – Л., 1971. – 63 с.

2. Лебедев В.А. Сетчатые оболочки в гражданском строительстве на севере / В.А. Лебедев, Л.Н. Лубо. – Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1982. – 136 с.

3. Сиянов А.И. Устойчивость пространственной цилиндрической стержневой системы с учетом действия возмущающей нагрузки / А.И. Сиянов // Сборник научных трудов VI Междунар. науч.-практ. Интернет-конф. “Состояние современной строительной науки”. – Полтава. – 2008. – С. 136–138.

4. Филин А.П. Матрицы в статике стержневых систем и некоторые элементы использования ЭЦВМ / А.П. Филин. – Л.; М.: Стройиздат, 1966. – 438 с.

Поглощательная способность чёрного тела

Шпийс А.В., студент

Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,

г. Нерюнгри

E-mail: bolt9779@yandex.ru

Научный руководитель:

к.т.н. Косарев Л.В.

В настоящее время существующие здания имеют очень низкий класс энергетической эффективности. Во многих зарубежных странах уже активно используют технологии энергосбережения. В России энергопотребление в домах составляет 400-600 кВт·ч/год на квадратный метр. К 2020 году в России планируется сократить энергопотребление на 45% за счет повышения энергоэффективности и энергозащиты зданий [1].

Актуальный вопрос для нашего города, так как в Нерюнгри преобладает резко континентальный климат. Зимы очень холодные и длительные. Солнечных дней в данное время года ничтожно мало. Но и от того что есть можно добиться пользы.

Солнечный свет состоит из короткого и длинного пакета электромагнитных волн. Когда он попадает на поверхность, некоторая часть солнечных лучей поглощается, а энергия поглощённых фотонов разогревает предмет. Отражательная способность представляет собой величину, которая характеризует способность поверхности тела отражать падающий на неё поток света. Эта способность поверхности зависит от её текстуры, цвета, особенностей материала, из которого она состоит. Отражательную способность определяет способ взаимодействия солнечного излучения с объектом. Природные образования имеют определённый образ, который отражает солнечную радиацию.

Способность тел по-разному поглощать энергию излучения нашла своё применение в быту и технике. Крылья самолётов и поверхности дирижаблей красят серебристым цветом, дабы избежать сильного нагревания солнечными лучами. Большая часть бытовой техники имеет белый цвет, чтобы не перегреться. Именно поэтому в тёплое время года мы носим светлую одежду. Если же наоборот необходимо использовать солнечную энергию, например, в солнечных батареях на искусственных спутниках Земли, на электростанциях, работающих от солнечной энергии, то эти части приборов окрашивают в темный цвет.

Исходя из вышеперечисленного, мы решили провести опыт о воздействии солнечного света на изменение температуры в телах с разным цветом.

Для проведения эксперимента нам понадобился следующий материал: около 50 штук пустотелого силикатного кирпича, кг портландцемента марки М-400, песок, вода, мастерок, деревянные доски, баллончик с чёрной краской и термометры для измерения температуры.

Силикатный кирпич состоит из очищенных кварцевых пород, а на саму влагу и известь приходится около 10 % от массы сырья. От состава и качества подготовленной массы меняется процентное соотношение. Производством хорошего продукта является очищение составляющих от примесей, глины и марганца. Такой кирпич имеет показатель пустотелости от 24-30 %. В камерах и отверстиях отлично удерживается тепло, увеличивая процент общей звукоизоляции стен.

Быстротвердеющий цемент имеет не простую композицию компонентов минерального происхождения, которые находятся в агрегатном состоянии. Смесь состоит из оксидов кальция, магния, железа, кремния, окислы алюминия. С высокой устойчивостью к низким температурам и влажности. Изделия на основе цемента М-400 отличаются высокой прочностью и стабильностью.

Перейдём непосредственно к самому опыту. Вначале замешали цементный раствор в строительных носилках. После сложили две одинаковые кирпичные коробки с полостью внутри и подождали пока раствор наберёт свою прочность. Верх коробок накрыли досками, таким образом, чтобы не оставалось щелей. Одну из них окрасили в чёрный цвет. Всё это проходило в испытательной лаборатории института. Через некоторое время вынесли коробки на улицу. По прошествии суток, когда коробки обрели температуру окружающей среды, мы поместили внутрь термометры, оставив один снаружи.

Как оказалось, температура внутри коробки покрашенной в чёрный цвет оказалось выше, нежели той, которая не покрашена. Это объясняется поглощающей способностью чёрного тела.

Чёрное тело – физическое тело, которое при любой температуре поглощает всё падающее на него электромагнитное излучение во всех диапазонах. Таким образом, у чёрного тела поглощательная способность (отношение поглощённой энергии к энергии падающего излучения) равна 1 для излучения всех частот, направлений распространения и поляризаций [2].

В результате проведения эксперимента мы наблюдали, что в большинстве случаев разница температур окружающей среды и внутри коробки, окрашенной в чёрный цвет составила 2 градуса (рис. 1, 2).

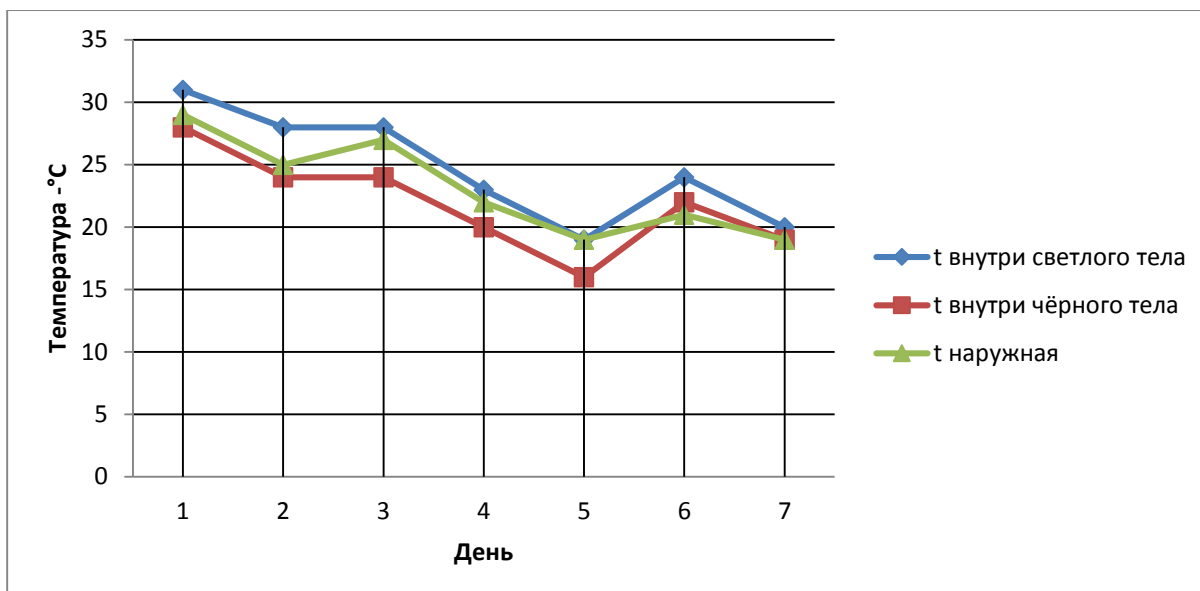


Рис. 1. Изменение температуры в вечернее время

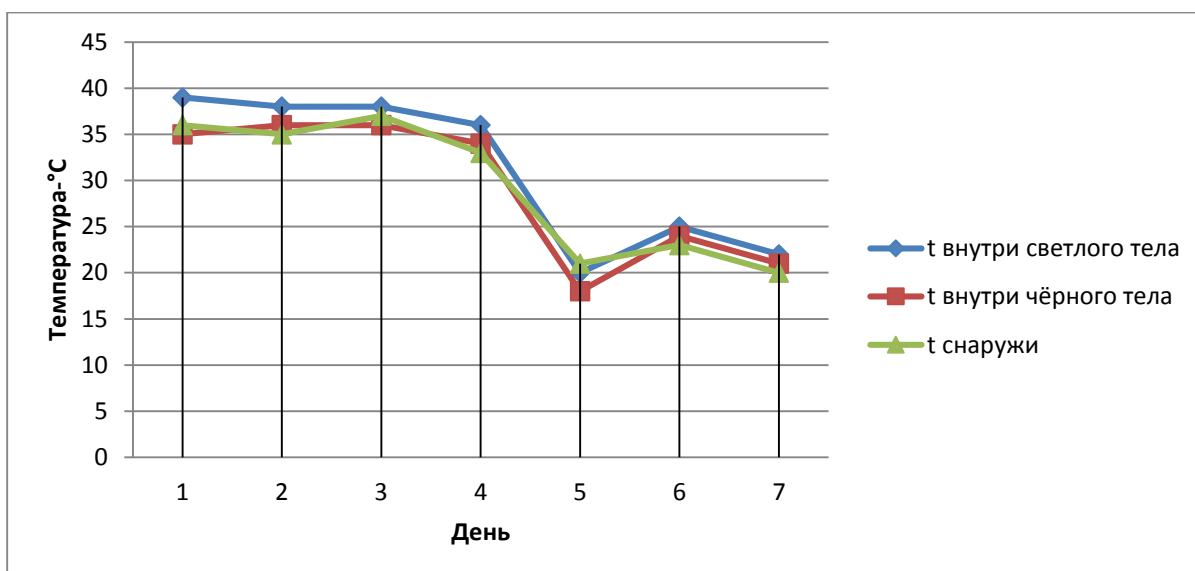


Рис. 2. Изменение температуры в утреннее время

Данные полученные в ходе эксперимента показывают, что энергия солнечного света, потребляемая чёрным телом в течении дня преобразуется в тепло (см. рис. 1.), в ночное время перепады наружной температуры и отсутствие солнечного света не дают явных преимуществ тепловому режиму коробки, окрашенной в чёрный цвет. Следовательно, из сказанного становится ясно, что энергию, накапливаемую в течении светового дня необходимо сохранять.

Учитывая рост уровня загрязнения окружающей среды и повышение цен на топливо, важным для каждого человека является сокращение расходов энергии в доме. Понижение температуры всего на 1 °C позволит сэкономить примерно 5 % тепла, что принесёт существенную выгоду до нескольких тысяч рублей в год [3].

Исходя из всего выше перечисленного можно установить, что под воздействием солнечного света, происходит увеличение температуры внутри чёрного тела. Данное исследование направлено на эффективное использование топливно-энергетических ресурсов и уменьшение загрязнения окружающей среды.

Список литературы:

1. Строительство энергоэффективных малоэтажных зданий с многослойной конструкцией «Сельская стена» [Электронный ресурс] Голова Т.А. — режим доступа: <https://elima.ru/articles/?id=131>
2. Материал из википедии, свободной энциклопедии «Абсолютно чёрное тело» [Электронный ресурс] — режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>
3. Использование топлива и загрязнение окружающей среды (часть 2. Региональные аспекты загрязнения атмосферы) [Электронный ресурс] Сорока Б.С. — режим доступа: <https://www.remontyes.ru/4901-ekonomiya-na-otoplenii.html>

Исследование несовершенств сетчатых оболочек с использованием теории случайного процесса

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

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент Сиянов А.И.*

Однослойные сетчатые оболочки широко применяются при строительстве современных большепролетных зданий и сооружений, благодаря своей архитектурной выразительности, относительной легкости и технологичности. Однако они имеют начальные геометрические несовершенства из-за допусков конструкции, неточности монтажа и других сопутствующих факторов. Как показали прежние исследования, начальные геометрические несовершенства оказывают существенное влияние на несущую способность криволинейных систем [1]. Даже небольшие отклонения могут привести к опасным последствиям в работе конструкции. Общее состояние сетчатых оболочек преимущественно зависят от режима и величины возможного несовершенства [2].

Для адекватного анализа системы воспользуемся теорией случайных процессов и учтем пространственную корреляцию отклонения от нормы. Опишем модель для начального геометрического несовершенства с учетом того, что в характерных местах сетчатой поверхности поведение оболочки зависит от множества факторов и может быть описано случайными свойствами. Зададим некое пространство $D(p)$ с координатами, которые указывают на местоположение в конструкции. Воспользуемся статистическими параметрами, необходимыми для описания случайного пространства. Средняя функция $D(p)$ записывается в виде

$$\lambda(p) = B[D(p)], \quad (1)$$

в которой B представляет операцию ожидаемого значения. Ковариацию в двух разных местах можно задать:

$$E(p^a, p^b) = B\left(\left[D(p^a) - \lambda(p^a)\right]\left[D(p^b) - \lambda(p^b)\right]\right). \quad (2)$$

Тогда получим

$$B\left[D(p^a) D(p^b)\right] - \lambda(p^a) \lambda(p^b). \quad (3)$$

Корреляционная функция зависит только от расстояния между точками, то есть

$$\theta(p^a, p^b) = \theta(p^a - p^b). \quad (4)$$

Наглядно это можно увидеть на графике (рис. 1).

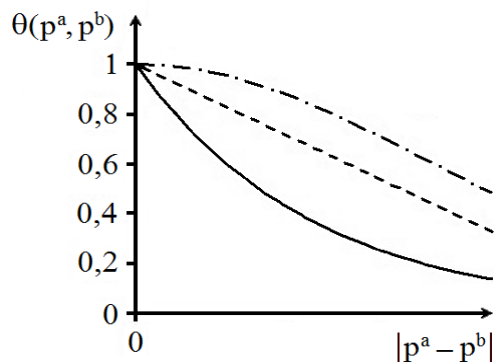


Рис. 1. Корреляционные функции

Показанные на рис. 1 линии характеризуют экспоненциальную (—), Гауссовую (· · ·) и линейную зависимости.

Начальным геометрическим несовершенством будем считать отклонение узлов от их нормального положения. Отклонение положения узла может быть вне или внутри сетчатой поверхности. Речь идет о том, что возможно узловое несовершенство либо в направлении нормали к плоскости, либо в тангенциальном направлении оболочки. Для сетчатых систем с элементами трубчатого поперечного сечения поверхностное несовершенство оказывает гораздо более значительное влияние на способность оболочки воспринимать нагрузки. Чтобы упростить задачу без существенного снижения точности, рассмотрено только поверхностное несовершенство. В системе координат это отражается радиальными смещениями, показанными на рис. 2.

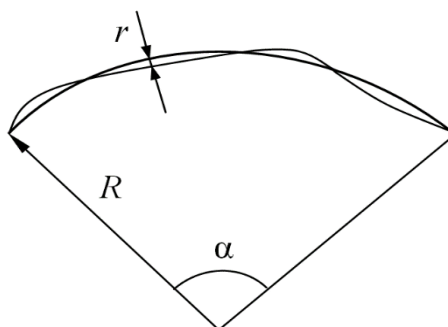


Рис. 2. Радиальное несовершенство

Отклонение одного узла, как правило, влияет на отклонение другие, так как их положения связаны элементами с четко определенными длинами. Корреляция двух узлов зависит от нескольких факторов, а именно от наименьшего числа элементов и их длины между парой узлов. Иными словами, возможен случай, когда два узла расположены на небольшом расстоянии и имеют малую длину соединяющих элементов, и случай, когда два узла находятся относительно далеко друг от друга. В дальнейшем можно предположить, что корреляция затухает экспоненциально. На основании выше изложенного, искомая функция может быть выражена в виде:

$$\theta_{ij} = e^{-n_{ij}} \cdot e^{-l_{ij}}, \quad (5)$$

где n_{ij} и l_{ij} – соответственно наименьшее число и средняя длина соединительных элементов между узлами i и j .

Если длины соединительных элементов приблизительно одинаковы, то есть

$$l_1 \approx l_2 \approx \dots \approx l_{ij} = l, \quad (6)$$

тогда формулу (5) можно представить в виде

$$\theta_{ij} = e^{-n_{ij}} \cdot e^{-l}. \quad (7)$$

Дальнейшее вероятностное исследование поведения конструкции возможно с использованием моделирования Монте-Карло [3]. Ключевым шагом в таком случае является генерация выборок или реализаций случайного пространства. Основная идея генерации состоит в том, чтобы сначала генерировать выборки некоррелированных случайных величин, а затем переносить их в коррелированное случайное пространство с заданными свойствами. Среди доступных методов для генерации однородных случайных пространств целесообразно использовать метод матричного разложения, поскольку он может эффективно и точно соответствовать нерегулярной геометрии [4].

В рамках исследования начальное геометрическое несовершенство может быть смоделировано как дискретное, слабо однородное случайное пространство с нулевым средним и стандартным отклонением.

На основании теории вероятности неопределенными считаются только начальные несовершенства. Геометрические и силовые показатели (площади поперечного сечения, модуль упругости и предел текучести) являются детерминированными параметрами.

Предложенная модель случайного пространства для начальных неправильностей формы сетчатых оболочек учитывает корреляции узловых геометрических несовершенств в различных точках.

Список литературы:

1. Бегичев М.М. Численный анализ устойчивости стержневых систем и оболочек при упругих и пластических деформациях с учётом начальных несовершенств / М.М. Бегичев. Автореферат дис. кандидата технических наук. – Москва, 2013. – 24 с.

2. V. Gioncu. Buckling of reticulated shells: state-of-the-art / V. Gioncu. *Int J Space Struct*, 10 (1) (1995), pp. 1-46.

3. Статистическое моделирование (метод Монте-Карло). Режим доступа https://lisiynos.github.io/s2/monte_carlo.html.

4. A. Bellin, Y. Rubin. HYDRO_GEN: a spatially distributed random field generator for correlated properties / A. Bellin, Y. Rubin. *Stoch Hydrol Hydraul*, 10 (4) (1996), pp. 253-278.

Секция 2. Энергетика и фундаментальные основы физики

Оценка эффективности изменения режима работы нейтрали в секциях 6-35 кВ, с изолированной на эффективно заземленную

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

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

Основным критерием модернизации и роста мощности электростанций является развитие и увеличение потребителей электрической энергии. Актуальность этой тематики заключается также в устаревшем оборудовании и частыми поломками, которые несут за собой большие денежные и трудовые затраты. Поэтому предприятия стараются поддерживать новые идеи, способствующие надежной и бесперебойной работе электрических станций.

Реконструкция собственных нужд 6 кВ представляет собой сложный процесс принятия по схемам электрических соединений, составу оборудования, оптимизацией фрагментов и объекта в целом.

Весьма важным вопросом при проектировании и эксплуатации является выбор режима заземления нейтрали, что в свою очередь определяет:

- ток в месте повреждения и перенапряжения на неповрежденных фазах при однофазном замыкании;
- схему построения релейной защиты от замыканий на землю;
- уровень изоляции электрооборудования;
- выбор ОПН для защиты от перенапряжений;
- бесперебойность электроснабжения;
- допустимое сопротивление контура заземления подстанции;
- безопасность персонала и электрооборудования при однофазных замыканиях.

Отсюда видно, что режим заземления нейтрали влияет на множество технических решений.

В основном применяются режимы нейтрали такие как:

- глухозаземленная нейтраль;
- изолированная нейтраль;
- эффективно заземленная нейтраль.

Характер изолированной нейтрали в том, что нейтраль не имеет присоединения к заземляющему устройству или связана с аппаратами, которые компенсируют емкостной ток в сети, например, трансформаторы напряжения и другие аппараты, имеющие большое сопротивление.

Преимущества:

- какое-то время может работать в аварийном режиме (при КЗ на землю);

– в местах неисправности появляется незначительный ток, при условии малой емкости тока.

Недостатки:

- усложнено обнаружение неисправностей;
- необходимость изоляции установок на линейное напряжение;
- если замыкание продолжается длительное время, то возможно поражение человека электрическим током, если он попадет под шаговое напряжение;
- при 1-фазных КЗ не обеспечивается нормальное функционирование релейной защиты. Величина тока замыкания напрямую зависит от разветвленности цепи;
- из-за накапливания дефектов изоляции от воздействия на нее дуговых перенапряжений снижается срок её службы;
- повреждения могут возникнуть в нескольких местах из-за пробоя изоляции, как в кабелях, так и в электродвигателях и других частях электроустановки.

Эффективно заземленной нейтралью принимается заземленная нейтраль в трехфазной электрической сети, с напряжением выше 1 кВ и с коэффициентом замыкания на землю не превышающим 1,4. Например с изолированной нейтралью, при коротком замыкании на землю, напряжение между фазами и землей увеличится в 1,73 раза, когда в эффективно заземленной это значение не превышает 1,4. Тем самым нет большой необходимости увеличивать количество изоляции в оборудовании и в самих сетях, то есть производство сетей и аппаратов, которые будут работать в условиях с эффективно заземленной нейтралью всегда окажется дешевле. В добавок необходимо будет последовательно включить в цепь масляный реактор, предназначенный для ограничения ударного тока короткого замыкания и поддержания напряжения в сети при коротком замыкании, что увеличивает устойчивость генераторов и системы в целом.

Реконструируя секции 6-35 кВ, более дорогой окажется сама установка заземления компенсируя это уменьшением количества изоляции в оборудовании и в шинах, кабелей.

Список литературы:

1. Лихачев Ф.А. Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью и с компенсацией емкостных токов. – М.: Энергия, 1971.
2. Шалин А.И. Замыкания на землю в сетях 6–35 кВ. Влияние электрической дуги на направленные защиты // Новости ЭлектроТехники. – 2006. – № 1.
3. Нейтрали [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elektro-rezhim.ru/effektivno-zazemlennaya-nejtral/>, свободный.

Надежность показывающих самопишущих приборов КС-2

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

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

Актуальность проведения анализа надежности элементов энергетической отрасли, является важным элементом в условиях повышения производительности отпускаемой энергии. Поскольку отказы работы оборудования предназначенных для снятия характеристик может привести к срыву выполнения производственных задач, производству и передачи электрической, тепловой энергии и ухудшению качества (а именно номинальной частоты, номинального напряжения и тока) и недоотпуску её, а также может привести к серьезным поломкам оборудования вырабатывающего электроэнергию.

Целью научно-исследовательской работы является сбор данных и анализ оценки надежности показывающих приборов Чульманской ТЭЦ.

Объектом исследования является приборы типа КС2 (КСМ2, КСП2И, КСУ2И). Год ввода в эксплуатацию приборов КС2 (КСМ2, КСП2И, КСУ2И) – 1977 г. Так как срок службы по нормам завода изготовителя указан на 10 лет, а фактическая работа их составляет на сегодняшний день 42 года, по норме отработавшего времени они должны находится в состоянии аварийной эксплуатации.

Задачей научно-исследовательской работы является после осуществлённого анализа информации по отказам КС2 (КСМ2, КСП2И, КСУ2И) сделать выводы по их надежности или ненадежности, и принять меры по обеспечению надежности для исключения аварийных режимов, связанных с износом их рабочих частей с точки зрения надежности, если таковое имеется.

На сегодняшний день оборудование и приборы находятся в кризисном состоянии. Основная часть оборудования и приборов устарела и нуждается в замене в течение ближайших 10-15 лет.

Приборы КС потребляют от 25 до 30 ВА мощности, зависящее от наличия или отсутствия дополнительного оборудования

Его вес колеблется от 15 до 18 килограмм, опять же, в зависимости от наличия дополнительного оборудования.

Количество каналов, которые проводят измерения: один, три, шесть и двенадцать штук.

Срок службы прибора способен достичь 10 лет, если соблюдать все условия эксплуатации.

Прибор способен работать безотказно в течении 2000 часов, до ремонта.

Конструктивно прибор изготавливается в блочно-модульном исполнении, на подвижном шасси, которое позволяет выдвигать всю конструкцию из корпуса прибора, исполнение – щитовое.

Габариты 24 x 32 x45 см.

Настоящее техническое описание и инструкция по эксплуатации распространяется на автоматические показывающие и самопишущие потенциометры, уравновешенные мосты, миллиамперметры и вольтметры типа КС2, предназначенные для измерения, записи и регулирования (при наличии регулирующего устройства) температуры и других величин, изменение значения которых может быть преобразовано в изменение напряжения постоянного тока или активного сопротивления.

Приборы могут изготавливаться в обычном, экспортном, тропическом (Т4), искробезопасном (И) (обеспечивающие искробезопасность линии связи с датчиками, размещенными во взрывоопасной среде) и искробезопасном тропическом (ИТ4) исполнениях. При этом индексы (Т4, И, ИТ4) добавляется к шифру прибора и указывают его исполнение.

Потенциометры работают в комплекте с термопарами стандартных градуировок.

Уравновешенные мосты работают в комплекте с термометрами сопротивления стандартных градуировок.

Приборы, предназначенные для измерения силы или напряжения постоянного тока, работают в комплекте с датчиками унифицированных сигналов постоянного тока.

Приборы типа КСМ2И, КСП2И, КСУ2И предназначены для работы с датчиками (термопары, термометры сопротивления), не имеющими собственного источника тока, а также не обладающими индуктивностью или емкостью.

Датчики могут быть установлены в помещениях классов В-1, В-1А, В-1Б и наружных установках класса В-1Г, содержащих взрывоопасные концентрации смесей 1, 2, 3 и 4 категорий, групп А, Б, Г и Д.

Приборы должны устанавливаться только вне взрывоопасных помещений.

Показания приборов отсчитываются при помощи указателя по шкале и записываются на диаграммной ленте. Запись в одноточечных приборах осуществляется непрерывно чернилами.

Считывание показаний на неименованной диаграммной ленте производится с помощью переводной линейки, прикладываемой к прибору со шкалой, соответствующей шкале прибора.

Приборы КС в эксплуатации с 1977 года. Норма эксплуатации электрооборудования, согласно критериям надёжности, сверхнормативные – 25 лет, аварийные – 35 лет. Показывающие приборы КС работают на протяжении 42 лет и находятся сроках аварийной эксплуатации, что увеличивает риск отказов.

Условия эксплуатации приборов не отвечают требованиям завода изготовителя, так как приборы устанавливаются в сильно запыленных местах (далее об обслуживании приборов), в местах с температурой воздуха неоднократно превышающей отметку в 50°C, с влажностью в 50-60%, что относится на критических отметках эксплуатации приборов, что повышает число отказов, сложность ремонта и технического обслуживания.

Места установки КС-2.

Показывающие приборы установлены в:

- турбинное отделение, щит вспомогательного оборудования – температура деаэратор;
- турбина №5 - температура меди и железа;
- турбинное отделение щит теплосети – температура теплосети (прямой и обратной линии посёлок, аэропорт, собственные нужды);

- турбина №6 – температура масла подшипников на сливе, температура подшипников;

- турбина №7 – температура масла подшипников на сливе, температура подшипников;

- котельное отделение, по 4 регистратора на каждый котёл – температура факела, пара, аэросмеси; содержание кислорода.

Примерное общее количество приборов на станции:

- Т/О – 10, К/О – 20, Т/О – турбинное отделение; К/О – котельное отделение;

- общее количество \approx Т/О+К/О;

- общее количество \approx 10+20 \approx 30 приборов.

АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ ПОКАЗЫВАЮЩИХ ПРИБОРОВ КС-2

Так как прибор установлен в местах, не соответствующих паспортным указаниям и переработки в 4 раза, то срок отказа одного (или нескольких приборов) составляет примерно 2 раза в неделю. Наиболее частые поломки и отказы представлены в таблице 1.

Таблица 1

Классификация отказов оборудования

Вид повреждения	Период наблюдения					Вероятность %	Среднее значение
	2015	2016	2017	2018	2019		
Клин редуктора	x	x	x	x	x	3	1
Разрыв тросика	x	x	x	x	x	60	1
Неисправность усилителя	x	x	x	x	x	10	1
Замена предохранителя	x	x	x	x	x	5	1
Клин цифропечати (каретки)	x	x	x	x	x	15	1
Выгорание дорожек питания	x			x		2	0,4
Стачивание токосъёмника	x	x	x	x	x	2-3	1
Человеческий фактор – погнутый шасси каретки	x	x	x			2	0,6

Расчет приближенного значения параметров отказов.

На основании эксплуатационных данных рассчитаем приближенное значение параметра отказов.

$$\lambda(t) = \frac{a(t)}{P(t)} \quad (1)$$

где P(t) – вероятность безотказной работы; a(t) – частота отказов элементов электросистемы.

Со статической точки зрения, интенсивность отказов это, отношение числа отказов элементов электросистемы за некоторый промежуток времени к числу работоспособных элементов в начале этого промежутка [2].

$$\lambda^*(t) \approx \frac{\Delta n(t)}{N(t) \cdot \Delta t} \quad (2)$$

где Δt – интервал времени; $\Delta n(t)$ – число элементов, отказавших за интервал времени; $N(t)$ – число элементов исправно работающих к началу промежутка времени.

$$\lambda^*(2015) \approx \frac{8}{12 \cdot 8760} \approx 7,61 \cdot 10^{-5} \text{ 1/год}$$

$$\lambda^*(2016) \approx \frac{7}{12 \cdot 8760} \approx 6,659 \cdot 10^{-5} \text{ 1/год}$$

$$\lambda^*(2017) \approx \frac{7}{12 \cdot 8760} \approx 6,659 \cdot 10^{-5} \text{ 1/год}$$

$$\lambda^*(2018) \approx \frac{7}{12 \cdot 8760} \approx 6,659 \cdot 10^{-5} \text{ 1/год}$$

$$\lambda^*(2019) \approx \frac{6}{12 \cdot 8760} \approx 5,707 \cdot 10^{-5} \text{ 1/год}$$

Расчет показателя вероятности безотказной работы.

Рассчитаем показатель вероятности безотказной работы объекта для показания его графического представления.

Найдем вероятность безотказной работы системы

$$P^*(t) = \frac{N_0 - n(t)}{N_0} \quad (3)$$

где N_0 – общее количество элементов; $n(t)$ – число элементов, отказавших за время; $P(t)$ – вероятность безотказной работы.

$$P^*(2015) = \frac{12 - 8}{12} = 0,333$$

$$P^*(2016) = \frac{12 - 7}{12} = 0,416$$

$$P^*(2016) = \frac{12 - 7}{12} = 0,416$$

$$P^*(2016) = \frac{12 - 7}{12} = 0,416$$

$$P^*(2019) = \frac{12 - 6}{12} = 0,5$$

Расчет функции ненадежности работы приборов.

Найдем функцию ненадежности работы приборов

$$Q(t) = 1 - P(t) \quad (4)$$

где $Q(t)$ – функция распределения времени безотказной работы, представляющая вероятность появления отказа в течение времени.

$$Q_{2015} = 1 - 0,333 = 0,667$$

$$Q_{2016} = 1 - 0,416 = 0,584$$

$$Q_{2017} = 1 - 0,416 = 0,584$$

$$Q_{2018} = 1 - 0,416 = 0,584$$

$$Q_{2019} = 1 - 0,5 = 0,5$$

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ПРИБОРОВ

Техническое обслуживание приборов

Каждому прибору требуется техническое обслуживание, а именно:

- замена масла двигателя;
- замена фетрика (каждые 3 дня);
- замена тросика (по надобности);
- замена диаграммной бумаги (каждые 4 дня);
- капитальный ремонт (не меньше 1 раза в год);
- повседневный уход чистка пыли и грязи;
- постоянное наблюдение за состоянием поверхности.

Ремонт оборудования

В таблице 3 представлено примерное время, которое потребуется рабочему затратить на ремонт КС-2.

Таблица 3

Время ремонта

Вид ремонта, обслуживания	Время
Ремонт усилителя (сбор/разбор/пайка)	6 часов
Замена тросика	15 минут
Замена усилителя	15 минут
Ремонт каретки	2 часа
Ремонт дорожек	1 час
Замена токосъемника	1 час
Время на диагностику отказа	24 часа

Проанализировав данные таблицы 3 мы можем сделать вывод, что на ремонт 1 прибора рабочему нужно затратить в среднем 17 часов, что составляет ~ 2 рабочих дня.

Исследуемые приборы КС2 выработали свой ресурс, поскольку по паспорту срок эксплуатации 10 лет, по критериям надежности сроки эксплуатации оборудования сверхнормативные 25 лет, а аварийные 35 лет.

Оборудование давно работает в сроках аварийной работы. Изношенное оборудование определяет частый ремонт, большие затраты человеко-часов на ремонт и техническое обслуживание приборов, высокие риски возникновения серьезных нарушений электроснабжения, которые наблюдались в последнее время.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ

Одним из возможных вариантов по повышению надежности приборов это замена последних на такие приборы как:

1. ТРМ-138 с блоком регистрации (терморегулятор микропроцессорный);
2. приборы компании Regigraf;
3. приборы ИРТ с блоком регистрации (измерители-регуляторы технологические).

Тем самым мы, во-первых, упростим настройку оборудования, во-вторых сэкономим время на техническое обслуживание и повседневный уход.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной оценки надёжности функционирования приборов КС-2 были достигнуты цели и решены поставленные задачи.

Основные результаты исследования сводятся к следующему:

1. произведен расчет показателей надежности работы элементов КС-2;
2. выявлены наименее надежные элементы, влияющие на уменьшение надежной эксплуатации;
3. рассчитано время на ремонт единицы прибора.

Построены графики, отображающие уменьшение надежности работы приборов.

На основе выполненных исследований разработаны мероприятия для повышения надежности работы оборудования в целом и уменьшения количества отказов, а также уменьшение времени на техническое обслуживание и уменьшение человеко-часов на ремонт единицы приборов.

Список литературы:

1. Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетик: учеб. пособие / Н.И. Воропай Н.А. Юсифбейли г. Баку (пос. Новханы), Азербайджан, 2013. – 564 с.
2. Надежность и оптимизация систем теплоэнергоснабжения промпредприятий: учебное пособие / С.В. Голдаев. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 168 с.
3. Техническое описание и инструкция по эксплуатации ТО-994, 1977 – 68 с.
4. Паспорт КС-2 [Электронный ресурс], URL: <https://izpk.ru/files/device-attach/passport-ksm-2.pdf>

Реконструкция ПС 110/6 кВ

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

*Научный руководитель:
к.т.н Шабо Камил Якуб*

Релейная защита очень важна для бесперебойной передачи электроэнергии на дальние расстояния. Релейная защита и автоматика (РЗА) предназначена для защиты электрооборудования от короткого замыкания, вследствие которого может прийти в

неработоспособность. Так же, может произойти отключение всей электрической системы.

При разработке выполнен выбор типов устройств релейной защиты, линейной автоматики и места их установки.

Для питания устройств релейной защиты предусмотрена организация постоянного оперативного тока напряжением 220 В.

На всех элементах проектируемого объекта предусматриваются микропроцессорные устройства РЗА.

Для полноценного ближнего резервирования токовые цепи основных и резервных защит подключаются к отдельным вторичным обмоткам трансформаторов тока.

Релейная защита и автоматика трансформаторов 110/6 кВ.

На ПС устанавливаются два трансформатора с номинальной мощностью 16 МВА каждый (Т1 и Т2).

На каждом трансформаторе предусматриваются следующие устройства РЗА:

1. Комплект дифференциальной токовой защиты трансформатора.
2. Газовая защита трансформатора с двумя ступенями. Первая ступень срабатывает с действием на сигнал, вторая ступень с действием на отключение трансформатора со всех сторон. Предусмотрена возможность вывода второй ступени газовой защиты при срабатывании с действием только на сигнал.

Газовая защита РПН действует на отключение трансформатора со всех сторон. Предусмотрена возможность вывода газовой защиты РПН при срабатывании с действием только на сигнал.

Газовые реле действуют через два комплекта основных защит трансформатора. Необходимо оснащение трансформатора реле с двумя отключающими контактами.

3. Резервные защиты на сторонах высшего и низшего напряжений.

Резервные защиты на стороне высшего напряжения трансформатора выполняются в виде максимальной токовой защиты с возможностью пуска по напряжению и токовой ненаправленной защиты нулевой последовательности.

Резервные защиты на стороне низшего напряжения трансформатора выполняются в виде максимальной токовой защиты с возможностью пуска по напряжению.

4. Защита от перегрузки с действием на сигнал.

5. Автоматика охлаждения.

6. Устройство автоматики, управления и сигнализации РПН.

В ОПУ предусматривается два шкафа типа ШЭ2607 048073. Каждый шкаф состоит из двух комплектов. Первый комплект с микропроцессорным терминалом БЭ2704У048 реализует функции ДЗТ, газовой защиты, защиты от перегрузки. Второй комплект с микропроцессорным терминалом БЭ2704У073 реализует функции резервных защит и АУВ на стороне ВН 110 кВ и газовой защиты.

Также предусматривается шкаф типа ШЭ2607 157. Шкаф состоит из двух комплектов.

Каждый комплект с микропроцессорным терминалом БЭ2502А05 реализует функции автоматики, управления и сигнализации устройства РПН.

Автоматика охлаждения поставляется комплектно с силовым трансформатором.

Таблица 1

№	Наименование устройства	Количество
1	Устройства РЗА трансформаторов 110/6 кВ Т1 и Т2	
1.1	Основные и резервные защиты Т1 и Т2 и АУВ (УРОВ и АПВ) на стороне 110 кВ Т1 и Т2, ШЭ2607 048073	2
1.2	Устройство РПН Т1 и Т2, ШЭ2607 157	1
2	Комплекс РЗА ЗРУ 6 кВ	
2.1	Устройства РЗА вводов 6 кВ Т1 и Т2	2
2.2	Устройства РЗА секционного выключателя 6 кВ	1
2.3	Устройства РЗА в ячейке ТН 6 кВ	2
2.4	Устройства РЗА отходящих линий 6 кВ	4
3	Шкаф организации цепей напряжения ТН 110 кВ	1
4	Регистратор аварийных событий	1
5	Резервная центральная сигнализация	1
6	Шкафы управления	
6.1	Шкаф управления ИТ, 2Т и СВ 6 кВ	1
7	ЗИП в объеме отдельных блоков и плат	*

Примечания:

1. Функции АУВ, АПВ, и УРОВ предусматриваются для каждого выключателя и должны быть совмещены в одном терминале.

2. * - уточняется поставщиков оборудования.

Все устройства релейной защиты выбраны с учетом их лучших показателей в отличие от старого оборудования. С целью повышения надежности электрооборудования выбрали данные устройства и сохранностью нового дорогостоящего оборудования.

Расчет уставок устройств РЗА. Расчет токов короткого замыкания.

Для расчетов токов короткого замыкания и уставок устройств РЗА используются существующие токи трехфазного к.з. на шинах 110 кВ ПС Угольная в максимальном/минимальном режимах.

При данных токах к.з. эквиваленты системы в максимальном/минимальном режимах:

$$X_{с.макс} = \frac{115000}{4116 * \sqrt{3}} = 16,131 \text{ Ом.}$$

$$X_{с.мин} = \frac{115000}{2257 * \sqrt{3}} = 29,417 \text{ Ом.}$$

Параметры силовых трансформаторов:

$$U_{к.ср} = 10,5\%; U_{к.мин} = 9,8\%; U_{к.макс} = 11,7\%$$

Расчет сопротивления силового трансформатора:

$$X_{\text{тр.мин}} = U_{\text{к.мин}} * \frac{(U_{\text{ср.вн}} * (1 - \Delta U * \text{рпн}))^2}{(100 * S_{\text{ном.тр}})}$$

$$X_{\text{тр.макс}} = U_{\text{к.макс}} * \frac{(U_{\text{ср.вн}} * (1 + \Delta U * \text{рпн}))^2}{(100 * S_{\text{ном.тр}})}$$

$$X_{\text{тр.мин}} = 9,8 * \frac{(115 * (1 - 0,16))^2}{(100 * 16)} = 116,093 \text{ Ом.}$$

$$X_{\text{тр.макс}} = 11,7 * \frac{126^2}{(100 * 16)} = 116,093 \text{ Ом.}$$

Расчет максимальных и минимальных токов к.з на стороне 110 кВ при к.з на шинах 6 кВ:

$$I_{\text{к.з.(3).макс}} = \frac{110000}{(\sqrt{3} * 16,131 + 57,156)} = 867 \text{ А.}$$

$$I_{\text{к.з.(2).макс}} = 867 * \frac{\sqrt{3}}{2} = 751 \text{ А.}$$

$$I_{\text{к.з.(3).мин}} = \frac{126000}{(\sqrt{3} * (29,417 + 116,093))} = 499 \text{ А.}$$

$$I_{\text{к.з.(2).мин}} = 499 * \frac{\sqrt{3}}{2} = 432 \text{ А.}$$

Расчет максимальных и минимальных токов к.з на стороне 6 кВ при к.з на шинах 6 кВ:

$$I_{\text{к.з.(3).макс}} = 867 * 115 * \frac{(1 - 0,16)}{6,3} = 13294 \text{ А.}$$

$$I_{\text{к.з.(2).макс}} = 13294 * \frac{\sqrt{3}}{2} = 11513 \text{ А.}$$

$$I_{\text{к.з.(3).мин}} = 499 * \frac{126}{6,3} = 9980 \text{ А.}$$

$$I_{\text{к.з.(2).мин}} = 9980 * \frac{\sqrt{3}}{2} = 8642 \text{ А.}$$

Список литературы:

1. "Расчёты релейной защиты и автоматики распределительных сетей", Шабад М.А., 2003 год
2. Андреев, В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: Учебник для вузов. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2006. – 639 с.
3. Булычев, А.В. Релейная защита в распределительных электрических сетях. Пособие для практических расчетов / А.В. Булычев, А.А. Наволочный. - М.: Энас, 2011. - 208 с.
4. Релейная защита и автоматика в электрических сетях. - М.: Альвис, 2012. - 640 с.
5. Киреева, Э.А. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем. Учебник / Э.А. Киреева, С.А. Цырук. - Москва: Мир, 2014. - 288 с.

Обеспечение экологической безопасности золошлакоотвалов

*Ефтин И. Н., студент,
Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,
г. Нерюнгри
E-mail: eftin01@mail.ru*

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

Данная статья является актуальной, так как вопрос качества безопасности золошлакоотвалов зависит и общее состояние экологии окружающей среды. Также стоит отметить, что состав золошлаковых отходов содержит множество опасных элементов, а общая сумма данных элементов негативно воздействует на окружающую среду, создавая опасность загрязнения окружающей среды токсичными веществами и тяжелыми металлами. В таких веществах очень часто сконцентрировано большое количество соединений: алюминия, железа, хрома, марганца. Также в золошлаковых отходах находят редкие частицы элементов: ванадий, галлий, германий. Также стоит отметить, что золошлакоотвал Неюнгринской ГРЭС, расположен вблизи поселка Серебряный Бор и непосредственно города Нерюнгри

На каждом энергетическом предприятии, которое использует для выработки тепловой электрической энергии каменный уголь, как основной вид топлива, должны быть правила эксплуатации золошлакоотвалов.

Удаление шлаков с предприятия производится при помощи гидротранспорта и складировается на золошлакоотвале. Стоит отметить, что на этом этапе транспортировки может произойти загрязнение грунтовых вод, из-за неисправности гидротранспорта.

Золошлакоотвалы как составная часть гидротехнических сооружений ГРЭС должны быть задекларированы. Декларация безопасности гидротехнических сооружений в состав которых входят также и золошлакоотвалы, является основным документом, разрешающим безопасную эксплуатацию золошлаковых отходов [1].

Хранение золошлаков должны соответствовать нормам установленным СанПиНом и другими правовыми актами. Золошлаки должны храниться: насыпью, навалом или же в виде гряд. При хранении золошлаков на открытых площадках необходимо соблюдать главные условия:

- 1) хранилища должны располагаться с подветренной стороны по отношению к населенным пунктам;
- 2) по периметру площадки должна быть выполнена обособленная сеть водостоков.

Для защиты грунтовых и поверхностных вод необходимо проводить данные мероприятия:

- 1) фильтровать воду;
- 2) перехватывать и отводить воду на очистные сооружения.

Чтобы избежать выдувание золы следует: зафиксировать откосы и гребни золошлаковых насыпей и следить за качеством пространства между ними. Также нужно следить за территорией окружающей хранилище [2][4].

Одной из основных проблем золошлаковых отходов является пыление, которое происходит в летний период времени. Для борьбы с этими явлениями производится орошение. Также стоит отметить, что при орошении и инфильтрации, также возможно загрязнение грунтовых вод. [3].

Для уменьшения шанса загрязнения грунтовых вод и почвы, нужно увеличить насыпь самой дамбы, увеличить количество плановых проверок состояния дамб золошлакоотвала, чтобы уменьшить процент загрязнения грунтовых вод и выдувание золы с золошлакоотвала.

Стоит отметить, что в Нерюнгринской ГРЭС ежедневно проводятся объезды и осмотры объектов золошлакоотвала с измерением уровня отстойного прудка золошлакоотвала. Кроме этого, согласно правилам эксплуатации золошлакоотвалов, проводятся наблюдения за фильтрационным режимом дамбы золошлакоотвала.

С целью соблюдения природоохранных мероприятий, в процессе наблюдения за фильтрационным режимом дамбы золошлакоотвалов, выполняется отбор проб воды для определения химического состава воды, соответствующего нормативным требованиям, с предельно допустимыми концентрациями.

Список литературы:

1. Статья Э.А. Гончаров, В.О. Галиулин. «Комплексное использование вторичных ресурсов и отходов на основе их много уровневой переработки и дальнейшего вовлечения в процесс производства».
2. Типовая инструкция по эксплуатации золошлакоотвалов со 34. 27. 509-2005. 2 раздел.
3. Статья А.А. Чернцова, С.М. Олесик. «Оценка золошлаковых отходов как источник загрязнения окружающей среды и как источник вторичного сырья». С.230-232.
4. Патент А.Д. Елисеев, Е.Н. Павлюк. «Устройство наблюдения за напорной дамбой или плотиной».

Разработка котла-воздухонагревателя

*Ильинов Е.К., студент
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова
г. Якутск
E-mail: zhora.ilinov@mail.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент Михайлов В.Е.*

Рабочая конструкторская документация котла-воздухонагревателя под условным названием КДО1-00.00.00.00 разработана на основе общей компоновки и размеров котла, полученных в результате теплового расчета.

Котел-воздухонагреватель КДО1-00.00.00.00 (в дальнейшем «котел»), с номинальной тепловой мощностью 50 кВт, предназначен для воздушного отопления нежилых и производственных помещений, а также для использования его в сушильных процессах, в тепловых завесах открытых проемов.

Применяемое топливо: древесные отходы в виде щепы, возможно использование дров при отключенной шнековой подаче.

Устройство котла.

Устройство котла показано на чертеже общего вида КДО1-00.00.00.00ВО. Корпус котла (поз.1) сборно-сварной из стального листа, топочная камера облицована огнеупорным кирпичом, горение топлива происходит на топке ретортного типа, подвод щепы производится снизу при помощи шнекового механизма. Шнековый механизм (поз.2) расположен слева. Над шнековым механизмом расположен бункер для щепы (поз.3). Между шнековым механизмом и бункером имеется шибер (поз.4) для отсекаания подачи щепы при снятии шнекового механизма. Бункер установлен на сварном основании (поз.5). Справа от котла установлен шкаф электрооборудования (поз.7) с пультом управления. Сверху на корпусе котла устанавливается центробежный вентилятор ВР80-75, №3,15 (поз.26), соединенный с котлом через переходник (поз.6). На дверце поддувала устанавливается вентилятор К/КV-100М (поз.27) для поддува воздуха в топку.

Работа котла.

Бункер заполняется щепой. Включается шнековый механизм, при заполнении тарелки реторты щепой шнековый механизм автоматически отключается. Щепка поджигается вручную. Включается вентилятор (поз.27) поддува воздуха в топку. После выгорания поданной порции щепы включается шнековый механизм для подачи следующей порции щепы, отключение шнекового механизма происходит автоматически при загрузке определенной порции. Время загрузки (величина подаваемой порции топлива) устанавливается опытным путем. При этом процесс горения не должен прерываться, циклы загрузки и сгорания должны повторяться до полного израсходования щепы в бункере. Промежуток времени между включениями шнекового механизма (время полного сгорания порции топлива) может задаваться при помощи реле времени. Зола, образующаяся при сгорании топлива, при подаче новой порции топлива сдвигается с тарелки реторты, падает на колосники и проваливается через щели на установленный под колосниками поддон. После разогрева котла включается вентилятор (поз.26), через всасывающий воздуховод (на чертеже не показан) производит забор холодного воздуха и под напором подает его через теплообменные трубы котла, где происходит процесс нагрева воздуха до заданной температуры. (наибольшая температура воздуха на выходе из воздухонагревателя в режиме рециркуляции - 95°C). Далее нагретый воздух поступает в пространство между стенками топки и наружными стенками котла, выходит через патрубок на верхней части котла и подается воздуховодами к обогреваемому объекту.

Предусмотрена принудительная остановка котла путем отключения подачи топлива шнековым механизмом.

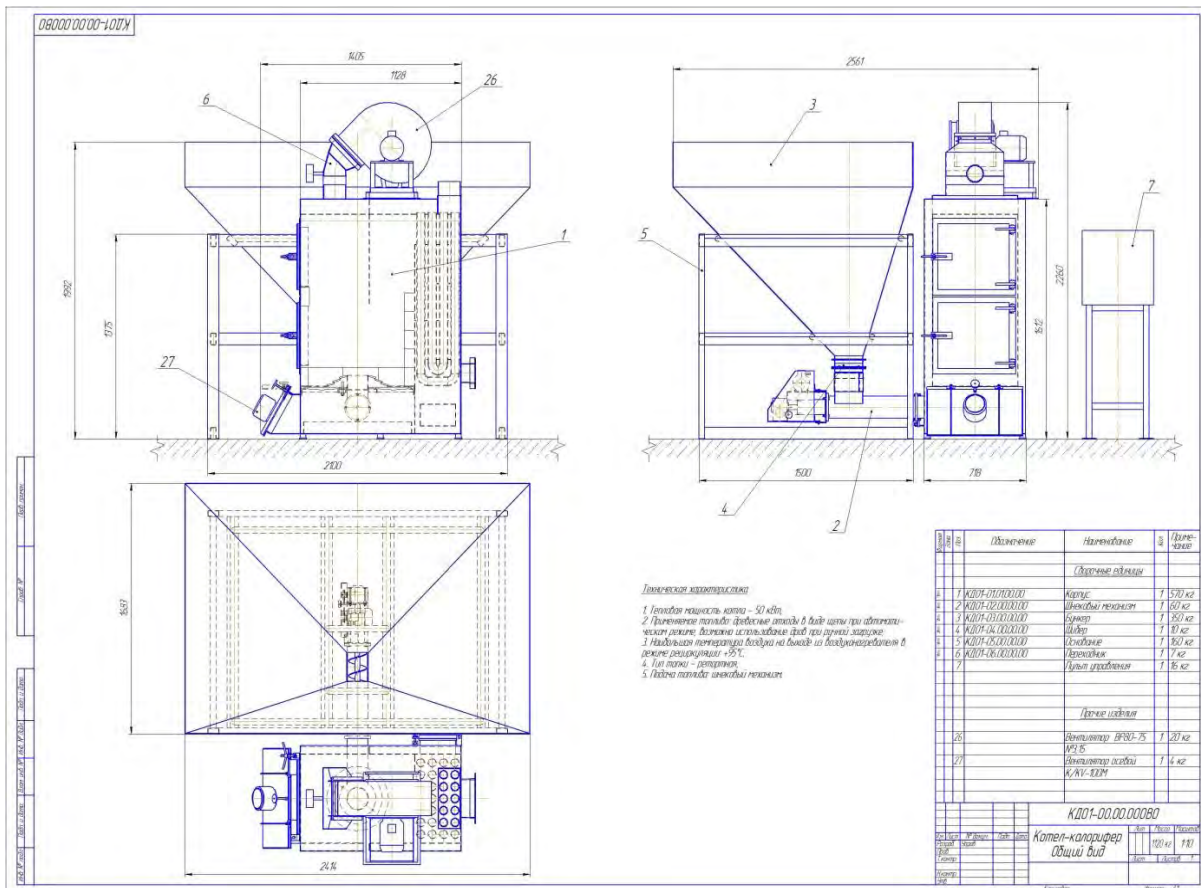


Рисунок 1. Устройство котла

Устройство безопасной работы.

Для обеспечения безопасной работы котла должны быть установлены все предусмотренные нормативными документами Ростехнадзора для котлов аналогичного типа устройства и приборы, включая:

- предохранители и автоматические выключатели для защиты от короткого замыкания, тепловые реле для защиты электродвигателей от перегрузки;
- датчик появления пламени в трубе шнекового механизма, включающий подачу воды внутрь трубы шнекового механизма;
- устройство, блокирующее включение шнекового механизма при отсутствии пламени в топке;
- устройство, включающее реверс вращения шнека при заклинивании шнека на определенное время, а затем переключение на обычное направление вращения. В случае неустранения заклинивания шнековый механизм должен отключиться, подается сигнал тревоги.

Методы определения мест повреждений на линиях электропередачи, применяемые в Якутии

*Кадкин И.М., студент,
Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,
г. Нерюнгри
E-mail: kadkin.1998@mail.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент Шабо К.Я.*

Повреждение силовых кабельных и воздушных линий электропередачи вызывает нарушение электроснабжения потребителей и должно быть восстановлено как можно скорее. Практика показывает, что весьма большое количество времени уходит на установление зоны дефекта линии.

Для того чтобы определить, выявить и исправить повреждение, в частности, необходимо установить причины, которые привели к этому. Их может быть несколько, так, например, воздействие природных и технических факторов. К природным факторам относятся ветер, гололед, перепад температур, атмосферные перенапряжения. К техническим же можно отнести - короткие замыкания (КЗ), внутренние перенапряжения, нарушения правил технической эксплуатации, однофазные и многофазные замыкания, обрывы проводов и другие повреждения и т.п.

В Якутии следует обратить большее внимание на перепады температур. Тут экстремальные климатические условия, снег лежит около 8 месяцев и если использовать не правильные кабели, можно часто сталкиваться с большими проблемами электроснабжения потребителей. Необходимо выбирать нужные кабели, выдерживающие перепады температур. Но этого мало, неисправности все равно будут и нужно их быстро находить и устранять.

Правильный выбор метода и оборудования для поиска мест повреждений определяет быстроту решения проблемы, то есть дает большую вероятность верного определения места повреждения при минимальном затраченном времени на это.

Существуют кабели с оболочкой выдерживающей отрицательные температуры, специально разработанные для монтажа на улице. Это такие кабели как СИП и КГ, которые модифицированы оболочками и обеспечивают лучшую защиту токоведущих жил.

Провод СИП представляет собой электротехническое изделие для передачи электроэнергии, который расшифровывается по трем буквам названия:

- С – обозначает, что провод самонесущий;
- И – указывает на наличие изоляции вокруг токоведущих жил;
- П – говорит о том, что это именно провод, имеющий изоляционное покрытие

и разветвление по жилам, из-за чего его могут приравнять к кабелю.

Температура эксплуатации СИП варьируется от -60°C до $+50^{\circ}\text{C}$. Он способен выдержать воздействие дождя, снега, гололеда. Изоляция может защитить провод от воздействия осадков и солнечного излучения. Также кабель долго служит, не менее 45 лет [1].

СИП очень хорошо подходит для погодных условий Якутии и может быть применим.

КГ – это очень гибкий медный резиновый кабель. Рабочий температурный диапазон кабеля от -60°C до $+50^{\circ}\text{C}$. Изоляция данного кабеля частично сохраняет свои свойства даже на сильном морозе. Кабель практически всегда остается гибким, особенно в модификации ХЛ. Еще есть модификация КГнг, который выполнен в негорючей изоляции. КГ используют в самых жестких погодных условиях.

КГ подходит для экстремальных климатических условий Якутии и может быть применим.

Применять кабели с пластмассовой изоляцией не целесообразно, так как на морозе они будут терять свою гибкость и могут начать трескаться, разрушаться [1]. Это приведет к нарушению электроснабжения потребителей.

Есть множество методов определения мест повреждений кабеля, но не все подходят для экстремальных климатических условий. Так как для таких условий применяют специальные кабели, с хорошей гибкостью и большим диапазоном температур, не все методы могут быть применимы.

Петлевой метод определения места дефекта применяется для нахождения поврежденных мест защитной пластмассовой изоляции. Следовательно, этот метод для погодных условий Якутии не подходит, так как применять кабели с пластмассовой изоляцией не целесообразно из-за их разрушения на морозе. К тому же данный метод имеет малую точность, достаточно трудоемок и практически не применяется [2].

Импульсный метод используется для установления области дефекта кабеля в различных случаях, помимо заплывающего пробоя, при переходном сопротивлении до 200 Ом. Метод применяется только в кабельных линиях. Достоинствами являются быстрота, наглядность и простота измерений. Может быть применим в экстремальных погодных условиях [2].

Емкостной метод применяют при обрывах жил кабеля. В условиях севера может быть применим. По скорости и точности измерения данный метод уступает импульсному. Стоит отметить, что метод применим только при сопротивлении изоляции поврежденной жилы не менее 5000 Ом. В настоящее время широко не применяется [3].

Достоинством волнового метода является то, что он наиболее прост в применении, если сопротивление в месте повреждения составляет от 0 Ом до сотен кОм. Но, к сожалению, у данного метода низкая точность измерения, большая чувствительность к помехам и результаты получаются с задержкой времени [5]. Возможно применение в погодных условиях Якутии.

Метод колебательного разряда применяется при определении дистанции до мест однофазных дефектов с переходным сопротивлением в месте дефекта порядка 10-100 кОм. В Якутии может быть применим.

Достоинством является то, что это неразрушающий метод, потому что воздействие напряжения на кабель кратковременно и это не ухудшает параметры кабеля, не создает новых повреждений.

Акустический метод практически универсален и во многих кабельных сетях является основным методом. Возможно применение в Якутии. Этим методом можно определять различные повреждения, так же в отдельных случаях возможно определение нескольких повреждений на одной кабельной линии. Этот метод неприменим при металлическом соединении жилы с оболочкой кабеля. Если прокладывать кабель в

кабельных каналах, то этот метод использовать нельзя, так как появляется опасность возникновения пожара. Целесообразно его применять для кабелей, проложенных в земле и под водой. Среди достоинств необходимо отметить универсальность метода и простоту [3].

Индукционный метод применяется для отыскания на кабеле мест повреждения при пробое изоляции жил между собой или на «землю», обрыве с одновременным пробоем изоляции между жилами или на «землю», для определения трассы кабеля и глубины его залегания. В Якутии может быть применим. Данный метод имеет высокую точность, погрешность составляет не более 0,5 м. Минусом является то, что трудно определить замыкание одной жилы на изоляцию кабеля [4].

Практически все методы могут быть использованы в Якутии. Только петлевой метод не применим, так как использовать кабели с пластмассовой изоляцией не целесообразно из-за их разрушения на морозе и потери гибкости.

Емкостной метод в принципе широко не применяется и выделить его как основной, и самый лучший, не получится.

Волновые и импульсные методы представляют наибольший практический интерес для применения. Они лишены многих недостатков, которыми обладают другие методы.

Из топографических методов можно выделить акустический метод определения места дефекта. Он во многих кабельных сетях является основным. Также этот метод универсален, прост и им можно определять различные повреждения.

На сегодняшний день ОМП имеет высокую погрешность. Но всегда сохраняется актуальность его усовершенствования. Удешевление при сохранении надежности с помощью уменьшения влияния неизвестной информации на точность получаемых результатов.

На предприятие НГРЭС для линий 110 кВ, места повреждений определяются при помощи прибора ФИП и регистратора аварийных событий ПТК «НЕВА-РАС». А для линий 220 кВ используется микропроцессорный индикатор ИМФ-3Р.

Регистратор аварийных событий ПТК «НЕВА-РАС» в эксплуатации показывает себя надежным устройством для записи аварийных процессов и событий, а также отвечает всем современным требованиям. Программное обеспечение регистраторов имеет интуитивно понятный и дружелюбный интерфейс, что позволяет оперативно проанализировать записанные осциллограммы и определить причину аварийного события.

Также в Якутии применяются современные микропроцессорные блоки Бреслер, со встроенными в шкафы дополнительными функциями.

Система «ОМП Бреслер» позволяет точно и эффективно решать указанные задачи по определению мест повреждений линии, расстояния до них, а также оперативно передавать данную информацию на рабочие места диспетчерского персонала и персонала служб РЗА.

В целом есть множество приборов и оборудования, применяемых в Якутии для определения мест повреждений линии. Конечно, они выбираются не случайно. Делается акцент как на погодные условия, кабели для которых необходимо проводить ОМП, также предприятия смотрят на ценовую составляющую и возможности прибора. При выборе основным является то, что оборудование должно справляться со своими задачами на должном уровне.

Список литературы:

1. Белоруссов Н. И. Электрические кабели, провода и шнуры. Справочник / Н.И. Белоруссов, А.Е. Саакян, А.И. Яковлева. - М.: Энергия, 2008. - 416 с.
2. Аржанников Е.А., Чухин А.М. Методы и приборы определения мест повреждения на линиях электропередачи. М.: НТФ "Энергопресс", 1998 (Б-ка электромонтёра; вып. 3).
3. Шалыт Г.М., Айзенфельд А.И. Определение мест повреждения линий электропередачи по параметрам аварийного режима / под ред. Г.М. Шалыта. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1983.
4. Петрухин А.А. Совершенствование методов и технических средств определения мест повреждений воздушных лэп 6-35 кВ на основе активного зондирования: дис. к.т.н. Иваново, 2009.
5. Кржиштоф Глик. Способ определения места повреждения бегущей волны в высоковольтных линиях связи // Варшавский Политехнический Университет – 2011. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.boenergo.ru/upload/iblock/4bc/4bc71c2c72ebf37c95bcc1f2b5760b0.pdf> (дата обращения 12.07.2019).

Дифференцированное исследование влияния температуры, нагрузки и водорода на разрушение зоны термического влияния модельных образцов

*Потапов Л.Э., студент
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова
г. Якутск
E-mail: lionnn98@mail.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент Михайлов В.Е.*

Методика. Подготовили малогабаритные плоские образцы (Рис. 1). Для инициации разрушения, в области наибольшего нагрева, на боковых поверхностях образца, фрезой нарезали концентраторы глубиной 0,5 мм, с углом раскрытия 40-45° и с радиусом закругления 0,1 мм. Через образцы пропускали электрический ток, образец нагревался, скорость охлаждения образцов регулировали обдувом аргоном.

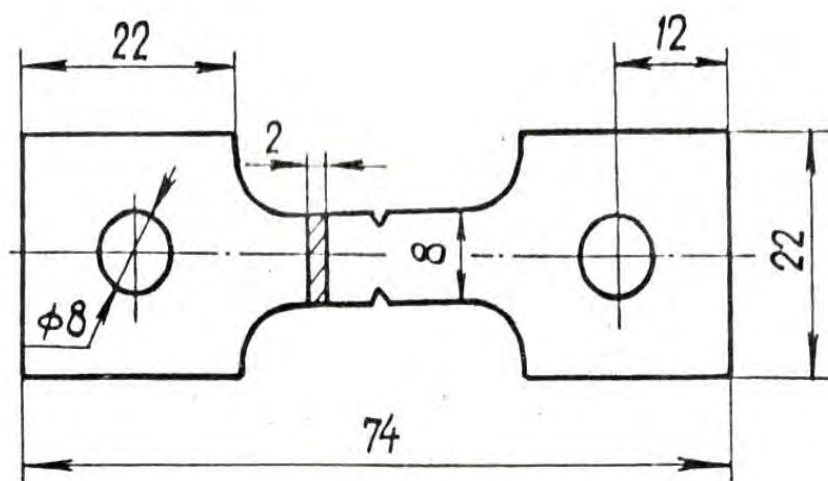


Рис. 1. Малогабаритный образец.

Выбранный цикл термической обработки образцов, в области надрезов, характеризуется следующими параметрами: $T_{\max} = 1350 \pm 10^0 C$, $W_{500}^{600} = 33 \pm 2^0 C/c$ и $W_{300} = 14 \pm 2^0 C/c$. Такой термический цикл зоны термического влияния характерен для случая сварки в условиях низких климатических температур.

Зачищенные от окалины образцы обезжировали в специальном растворе, затем травили в 70 % растворе соляной кислоты в течение 2 минут. Наводороживание образцов производили поляризацией, в 5 % серной кислоте с добавкой 1 г/л гипосульфида. Анодом служила платиновая проволока диаметром 0,2 мм.

Испытания на замедленное разрушение производится на специально разработанных установках, позволяющих нагружать образец до усилий 1500 кг и поддерживать его длительное время.

Момент разрушения образцов фиксировали с помощью электромеханических часов, которые останавливались при обрыве медной проволоки, соединяющей захваты. Максимальное время выдержки под нагрузкой - 24 часа. Малогабаритные образцы изготавливались из стали 14Х2ГМР (ТУ 14-1-1156-74). Механические свойства основного металла и зоны термического влияния (ЗТВ) определяли на образцах с рабочим сечением 3 мм (Таблица 1).

Таблица 1

Механические свойства сварного соединения из стали 14Х2ГМР

Зона сварного соединения	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ , %	Ψ , %
Основной металл	740	840	20,0	77,0
ЗТВ	1100	1170	11,3	46,2

Испытывали три различных вида образцов: I - с острым надрезом, II - с овальным надрезом - радиус закругления 0,5 мм и III - без надреза. Установлена зависимость склонности образцов к замедленному разрушению от величины концентрации напряжений (Рис. 2, б).

Подтверждена основная роль диффузионно-подвижного водорода при замедленном разрушении зоны термического влияния сварных соединений из

низколегированных сталей (Рис. 2, а). Для того, чтобы учесть влияние свежезакаленного состояния на замедленное разрушение, ненаводороженные образцы статически нагружались сразу после обработки проходящим током. При отсутствии диффузионно-подвижного водорода образцы оказались нечувствительными к замедленному разрушению даже при наличии острого концентратора Рис. 2, а, колонка 6. Они разрушались в области мягкой прослойки вблизи захватов с большой пластической утяжкой.

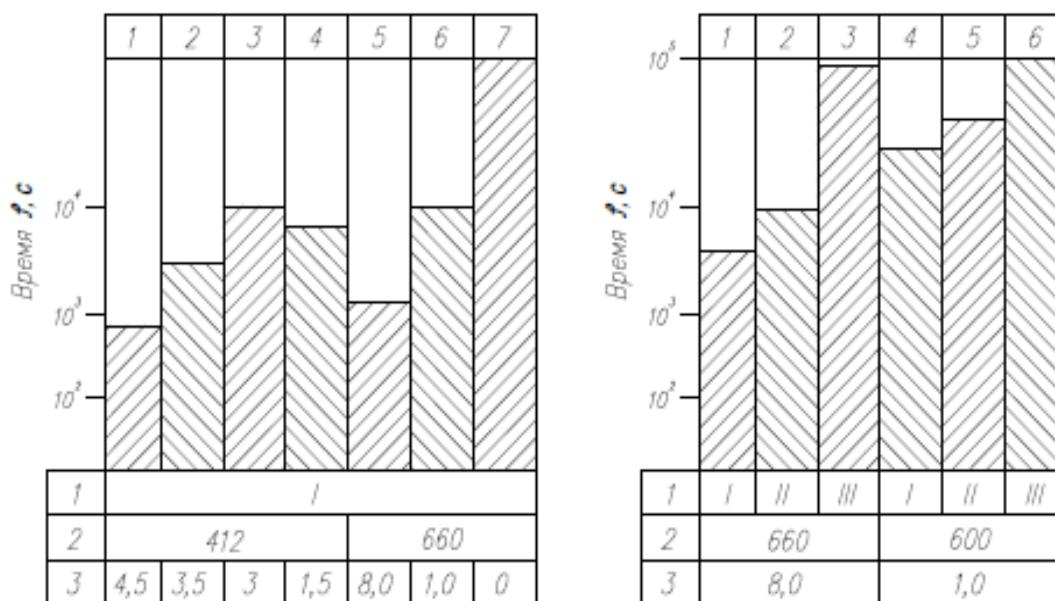


Рис. 2. Влияние водорода (а) и остроты надреза (б) на склонность образцов к замедленному разрушению: 1 – вид образцов (см. в тексте); 2 – действующее напряжение, МПа; 3 – содержание диффузионно-подвижного водорода, $\text{см}^3/100\text{г}$.

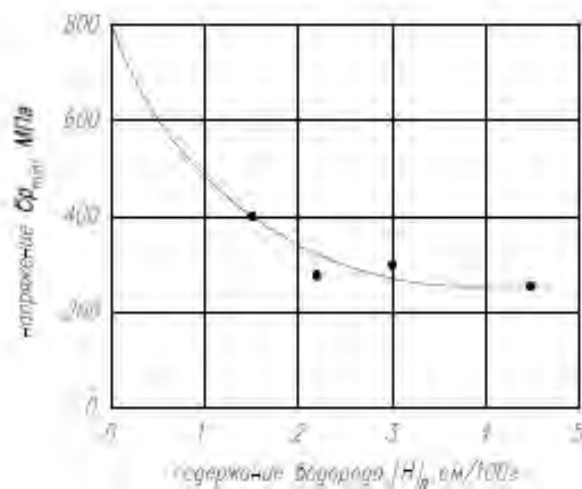


Рис. 3. Зависимость σ_{min} образцов с острым надрезом от номинального содержания водорода

Оказалось, что только снижение номинального содержания диффузионно-подвижного водорода в образцах-имитаторах ниже $1,5 \text{ см}^3/100 \text{ г}$, приводит к увеличению их сопротивляемости замедленному разрушению (Рис.3). Следовательно, при таком номинальном содержании водорода в образце происходит предельное охрупчивание металла в области надреза. Можно предположить, что предельное охрупчивание металла, в окрестности менее острого надреза, происходит при большем номинальном содержании водорода в образце.

Регистрация момента возникновения трещины в области надреза и времени полного разрушения образцов позволила установить длительность различных стадий их замедленного разрушения: инкубационного времени и стадии стабильного роста трещины. Момент первичного скачка трещины в нагруженных образцах фиксировали с помощью металлографического микроскопа при увеличении $\times 300$.

Оказалось, что стадия стабильного роста трещины (II-ая стадия) является наиболее длительной стадией процесса замедленного разрушения малогабаритных образцов, (Рис. 4). Причем, длительности инкубационного времени (I-ая стадия) и стадии стабильного роста трещины с возрастанием действующего напряжения, убывают по логарифмическому закону. Снижение содержания растворенного диффузионно-подвижного водорода в образцах приводит к увеличению длительностей первой и второй стадий замедленного разрушения (Рис.4).

Часть образцов после обработки проходящим током по термическому циклу сварки и наводороживания хранилась при температуре жидкого азота (образцы А). После размораживания при комнатной температуре образцы нагружались на установке для испытаний на замедленное разрушение. В первые 10 мин образцы А имели большую стойкость против замедленного разрушения по сравнению с образцами, не подверженными охлаждению (образцы Б).

Минимальные разрушающие напряжения σ_{pmin} образцов А на 100 МПа ниже, чем σ_{pmin} образцов Б., следовательно, осаждение и размораживание способствуют возрастанию чувствительности образцов к замедленному разрушению под воздействием водорода.

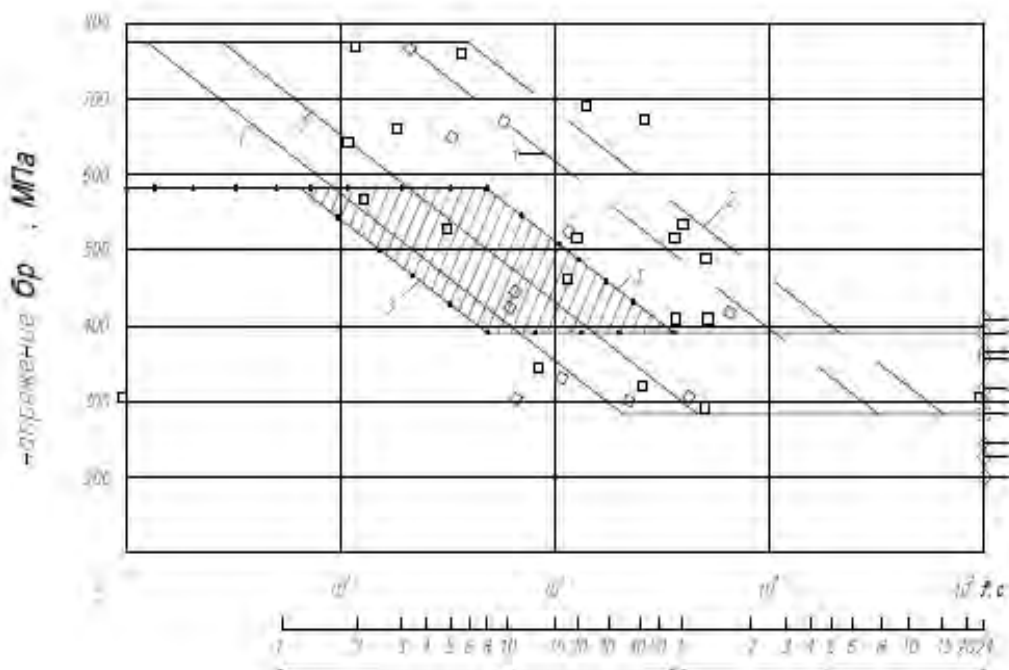


Рис. 4. Замедленное разрушение малогабаритных образцов из стали 14X2ГМР: 1, 3 – $[H]_0=4,5$ $\text{cm}^3/100 \text{ г}$; 2 – $[H]_0=2,3$ $\text{cm}^3/100 \text{ г}$; 1,2- образцы А; 3 – образцы Б.

Модернизация системы бесступенчатого регулирования питателей сырого угля

Сайфиев В.Ф., студент,

*Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,
г. Нерюнгри*

E-mail: vova.sayfiev@mail.ru

Научный руководитель:

к.ф.-м.н., доцент Мусакаев М.А.

Актуальность данной темы обоснована низкой надежностью оборудования и повышенным потреблением электроэнергии. Это связано в первую очередь с устаревшим оборудованием станции и частыми поломками, вследствие чего возрастают экономические и трудовые затраты.

Основными способами экономии на электростанции являются повышение надежности основного оборудования и уменьшение потребления собственных нужд. Так как электропривод стоит на первом месте по потреблению общевыработанной электроэнергии (до 70 %) можно сделать вывод, что главной задачей совершенствования станции заключается в модернизации электропривода топливоподачи, насосов и т.п.

В качестве объекта исследования рассмотрим модернизацию привода питателя сырого угля (ПСУ) Нерюнгринской ГРЭС.

НГРЭС является крупнейшим энергетическим предприятием Южной Якутии. Она введена в строй действующих в 1983 году (1 энергоблок), в 1985 в работе находились 3

энергблока. Сегодня её установленная электрическая мощность составляет 570 МВт, а тепловая - 1220 Гкал/ч. В среднем каждый год она вырабатывает порядка 3 030 млн. кВт*ч электроэнергии и 1864 тыс. Гкал тепла. Станция снабжает теплом город Нерюнгри, п. Серябряный Бор, п. Беркакит, а также обеспечивает потребности Нерюнгринского и Алданского районов Якутии в электрической энергии. А еще часть передаётся в Амурскую область.

Практически у всего оборудования НГРЭС истек срок эксплуатации, для поддержания его работоспособности необходимы финансовые вливания. Учитывая важность станции для энергосистемы Южной Якутии необходимо учитывать потребность станции в модернизации.

Питатель сырого угля предназначен для подачи угля и регулирования загрузки мельницы молотковой тангенциальной. На данный момент на станции регулирование привода постоянного тока осуществляется применением тиристорного преобразователя (ТП) типа ТЕ4-100/230. Это оборудование достаточно распространено и по сей день, обосновано это высокой надежностью, но не смотря на это, тиристорные преобразователи давно исчерпали срок своей службы.

Персонал, занимающийся обслуживанием и эксплуатацией данного оборудования сталкивается со следующими проблемами:

- сложность ремонта и обслуживания двигателей постоянного тока (ДПТ);
- сложность обслуживания тиристорных преобразователей;
- высокая цена ДПТ;
- более низкая точность регулирования;
- двигатели постоянного тока имеют высокую степень изношенности

Применение ДПТ обусловлено их хорошими регулировочными и пусковыми характеристиками, также они имеют высокую перегрузочную способность. Их механические характеристики вариативны, достаточно просто можно получать мягкие и жесткие характеристики. Именно из-за этих качеств двигатели постоянного тока получили широкое применение в регулируемом приводе.

Привод питателя сырого угля можно представить, как постоянную нагрузку, не зависящую от скорости. ПСУ работает в длительном режиме и не осуществляет частые пуски и остановки. Также, для него не предъявляется жестких требований переходных процессов при регулировании скорости, пусках и торможениях. Отсюда следует, что привод ПСУ предъявляет не высокие требования к работе. Самыми важными требованиями, в этом случае, являются надежность и повышенные эксплуатационные характеристики, так как оборудование эксплуатируется в помещениях, насыщенных угольной пылью, а также из-за возможных мгновенных набросов нагрузки, вплоть до остановки конвейера.

Из-за широкого распространения автоматизированного электропривода и тиристорных преобразователей, которые позволяют питать ДПТ регулируемым напряжением от сети переменного тока, эти двигатели получили широкое применение в различных отраслях. Однако существуют ряд недостатков ДПТ которые существенно влияющие на выбор двигателя.

Недостатки двигателей постоянного тока:

- сложная конструкция и высокая цена;
- сниженная надежность и повышенный уход за двигателем из-за наличия щеточно-коллекторного узла;

- повышенная взрывопожароопасность вследствие искрообразования на коллекторе;
- для питания ДПТ требуется специальный источник постоянного тока (выпрямитель).

Для решения данной задачи по обеспечению требуемых эксплуатационных характеристик, отвечающих условиям нормальной работы оборудования, предлагают перейти к использованию системы ПЧ-АД, то есть к системе частотного регулирования асинхронного электродвигателя.

Преобразователь частоты — это такое устройство, которое состоит из выпрямителя преобразующего переменный ток в постоянный, и инвертора, задачей которого является преобразование постоянного тока в переменный ток частотой от 1 до 800 Гц. В основном применение преобразователя частоты осуществляется для плавного регулирования скорости вращения асинхронного или синхронного электродвигателя, посредством генерирования на выходе преобразователя напряжение регулируемой частоты. Применение преобразователя частоты позволяет осуществить экономию энергии за счет повышения коэффициента мощности (практически до 0,98), это говорит о том, что практически вся мощность расходуется для совершения полезной работы.

Силовая часть современного преобразователя частоты основана на базе IGBT-транзисторов. Прежние тиристорные преобразователи давно изжили себя, они уступают современным как по массогабаритным показателям, так и экономичности, надежности. В ПЧ производится автоматический контроль токов и моментов, что в свою очередь позволяет исключить выход из строя привода, из-за заклинивания механизма и т.п. После правильной наладки и отстройки преобразователя частоты, агрегат не будет требовать частого контроля. Также в нем присутствуют встроенные защиты от перегрузки, межфазных замыканий, замыканий на землю, защиты от недопустимого снижения напряжения в сети.

Таким образом, модернизация, состоящая из замены привода постоянного тока на электропривод асинхронного двигателя, управляемого частотным преобразователем, дает возможность избавиться от многих недостатков привода ПТ

Применение частотного регулирования электропривода позволит расширить ряд возможностей, таких как:

- управление скоростью питателей сырого угля в ручном режиме, по командам оператора;
- управление скоростью ПСУ в автоматическом режиме;
- плавное изменение скорости ПСУ;
- защита электродвигателей ПСУ;
- отображение параметров работы ПСУ на графической панели оператора.

Вследствие данной модернизации высока вероятность снижения эксплуатационных расходов и уменьшения количества простоев, также современные преобразователи частоты позволяют обеспечить синхронизацию и стабилизацию частоты вращения ПСУ, внедрить расширенную систему управления и диагностики, увеличить надежность оборудования в целом и снизить потребление электроэнергии.

Список литературы:

1. Кацман М.М. Электрические машины: Учеб. для учащихся электротехн. спец. техникумов. – 2-е изд., перераб. к доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 463с.
2. Нерюнгринская ГРЭС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://museum.rao-esv.ru/power_facilities/168/, свободный – (16.01.2020)

3. Петров А.В., Татаринцев Н.И. Применение частотно-регулируемых приводов на питателях сырого угля // Автоматизация и современные технологии. – 2005.

4. Мальцева О.П., Удут Л.С., Кояин Н.В. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Ч. 8. Асинхронный частотно регулируемый электропривод. Издание 2-е переработанное и дополненное. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2007. – 648 с.

Ресурсная эффективность угольной ТЭЦ совместно с угольными разрезами

Темниханов А.В., студент

Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова.

г. Нерюнгри, Россия.

E-mail: temnihanovaleksandr@gmail.com

Научный руководитель:

к. ф.-м. н., доцент Мусакаев М. А.

Перед тем, как поднять вопрос об ресурсной эффективности угольной ТЭЦ совместно с угольными разрезами, хотелось бы отметить, что на сегодняшний день эта тема является одной из самых важных в вопросах экологии и экономики. ГРЭС и ТЭЦ очень тесно работают с угольными разрезами, в плане поставки угольной продукции. Для того чтобы угольный разрез добыл определённое количество угля необходимо разработать проектную рабочую документацию, в состав которой входила бы, в том числе, и рекультивация отработанных карьеров.

Рекультивация промышленных земель, нарушенных при добыче угля, производится в двух этапах: горнотехническом и биологическом.

Горнотехнический этап состоит из засыпки золошлаковых отходов грунтом с последующим выколаживанием площадки с формированием откосов.

Биологический этап подразумевает под собой восстановление почвы. Также биологическая рекультивация направлена на выращивание деревьев и кустарников и на придание землям экологической и природной ценностей. Бывшие выработки могут в дальнейшем потребоваться для производства древесины (если на месте карьеров имеются лесохозяйственные участки) и для выращивания сельскохозяйственных культур. Восстановленные земли могут также служить местом под пастбища.

Как было сказано ранее, добытый уголь транспортируется на ТЭЦ и ГРЭС. На каждой ТЭЦ и ГРЭС, на которой уголь является основным топливом, разрабатывается техническая проектная документация на строительство золошлакоотвалов для складирования в них золы.

Каждому типу рельефа местности соответствует свой вид золошлакоотвала (Нерюнгри-овражный):

- Равнинные золошлакоотвалы, располагаются на местности со слабопересеченным рельефом и окружаются дамбами по всему периметру. Эксплуатационными достоинствами этого вида золошлакоотвала является большой объем складирования на единицу площади, отсутствие сложных сооружений по отводу поверхностного стока с водосборной территории, примыкающей к отвалу.

- Косогорные золошлакоотвалы примыкают к косогору выше уровня подтопления паводковыми водами и окружаются дамбами по трём сторонам.

- Комбинированные золошлакоотвалы это золошлакоотвалы переходного типа, которые в процессе увеличения площади окружаются дамбами по всему периметру.

В процессе эксплуатации золошлакоотвалов происходит их постепенное заполнение до проектной отметки. После их заполнения до проектной отметки, согласно действующих нормативных документов, необходимо выполнить их рекультивацию. Для того чтобы выполнить рекультивацию на золоотвале на ГРЭС и ТЭЦ должны быть разработаны соответствующие проекты.

Отработанные золошлаковые отходы (в частности золошлаковые отходы на Нерюнгринской ГРЭС относятся к 5 классу опасности). В настоящее время Министерством энергетики РФ рассматривается возможность перевода золошлаковых отходов угольных станций в золошлаковые материалы. Это заключение даст возможность использовать золошлаковые отходы НГРЭС как золошлаковые материалы (не опасные) в различных видах жизнедеятельности человека. Таким образом это будет экономически выгодно как для угледобывающих, так и для энергетических предприятий.

На сегодняшний день на Нерюнгринской ГРЭС в золошлакоотвале складировано $\approx 32 \cdot 10^6$ м³. На угледобывающих предприятиях Нерюнгринского района за 2019 год добыто 19 млн. тонн угля (без учёта вскрышных работ), соответственно выемка составила $\approx 19-21$ тыс. м³. На основании этих данных мы видим, что все свободные ёмкости от добычи угля в 2019 году можно заполнить золой Нерюнгринского золошлакового отвала в полном объёме.

Строительство нового золошлакоотвала на Нерюнгринской ГРЭС оценивается примерно в 4 млрд. рублей. Рассмотрим экономическую целесообразность перевозки золы от золошлакоотвала НГРЭС до угольного карьера. Расстояние от золоотвала НГРЭС до угольного карьера “Денисовский” 60 км. Стоимость одного грузового машино-часа, грузоподъёмностью 25 тонн, составляет 1200 руб. Время, необходимое для загрузки машины на золоотвале – выгрузки золы на угольном разрезе – возвращение обратно на золоотвал составит 2 часа.

Учитывая то, что на золоотвале 32 млн. тонн золы, нам необходимо 1280000 рейсов ($32 \cdot 10^6$ разделить 25). Взяв во внимание, что стоимость одного рейса стоит 2400 руб. (золоотвал НГРЭС - угольный разрез - золоотвал НГРЭС), умножаем на 1280000 рейсов и получаем 3072000000 (стоимость перевозки всей золы).

Таким образом, из расчета видно, что стоимость строительства нового золоотвала составляет ≈ 4 млрд. руб., а перевозка золы ≈ 3 млрд. руб., соответственно экономия финансовых затрат составит ≈ 1 млрд. руб. Мы рассмотрели один пример на одной станции. Если применить этот проект на всех станциях расположенных на территории Российской Федерации, можно получить огромный экономический эффект.

К сожалению, на сегодняшний день не приняты законодательные акты, определяющие взаимодействие угольных и энергетических предприятий по этому направлению.

Я считаю, что необходимо разработать нормативные документы на законодательном уровне, которые позволяли бы использовать золошлаковые отходы с ГРЭС и ТЭЦ, для заполнения и рекультивации отработанных полигонов угледобывающих предприятий. Это позволит сократить затраты как для

угледобывающих предприятий (не выполнять разработку и рекультивацию своих отработанных карьеров, это будут выполнять энергетические предприятия ГРЭС и ТЭЦ), а предприятия ГРЭС и ТЭЦ не будут разрабатывать новую техническую документацию на строительство и эксплуатацию новых полигонов складирования золошлакоотходов. Также, стоит отметить, что не будут отводиться новые земельные участки под строительство новых золоотвалов, что в свою очередь позволит сохранить природные ресурсы земли.

Список литературы:

1. Статья Э.А. Гончаров, В. О. Галиулин. «Комплексное использование вторичных ресурсов и отходов на основе их много уровневой переработки и дальнейшего вовлечения в процесс производства».

2. Типовая инструкция по эксплуатации золошлакоотвалов со 34. 27. 509-2005. 2 раздел.

3. Статья А.А. Чернцова, С.М. Олесик. «Оценка золошлаковых отходов как источник загрязнения окружающей среды и как источник вторичного сырья». С.230-232.

4. Патент А.Д. Елисеев, Е.Н. Павлюк. «Устройство наблюдения за напорной дамбой или плотиной».

Выбор и проверка трансформатора тока 10 кВ на ПС 220кВ КС-5.

Чащин А.А., студент

*Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,
г. Нерюнгри
E-mail: sigrushka1@mail.com*

Научный руководитель:

канд. технических наук, доцент, Шабо К.Я.

Целью данной работы является выбор и проверка трансформатора тока 10 кВ на ПС.

Устанавливаются трансформаторы тока, где большие токи в цепях, в которых нельзя включать измерительные приборы и в цепях высокого напряжения. На вторичную обмотку ТТ подключают вольтметры, амперметры и остальные измерительные приборы. Вторичная обмотка ТТ всегда замкнута на нагрузку.

Выбор и проверка трансформатора тока 10 кВ

Выполним проверку трансформаторов тока РУ 10 кВ. Проверка проводится для трансформаторов тока вводной ячейки Т-1.

Выбор трансформаторов тока 10 кВ:

– по номинальному напряжению:

$$U_{ном10 кВ} \geq U_{уст10 кВ}.$$

– по номинальному току:

Номинальный ток первичной обмотки трансформаторов тока составляет 1500 А.

Максимальный рабочий ток на вводе 10 кВ составляет 1093 А
 $1500 \text{ А} \geq 1093 \text{ А}$.

Проверка трансформаторов тока 10 кВ:

– по наибольшему пику тока динамической стойкости:

Наибольший пик тока динамической стойкости для трансформаторов тока 10 кВ с первичным током 1500 А составляет 100 кА

$$\begin{aligned} k_{уд} &= 1 + e^{-\frac{0,01}{0,05}} = 1,8; \\ i_{уд} &= \sqrt{2} \cdot 10,54 \cdot 1,8 = 27,12 \text{ кА}; \\ 100 \text{ кА} &\geq 27,12 \text{ кА} \end{aligned}$$

$i_{уд}$ - ударный ток короткого замыкания

$k_{уд}$ - ударный коэффициент, равный отношению ударного тока КЗ $i_{уд}$ к амплитуде периодической составляющей.

При к.з. в установках выше 1кВ ударный коэффициент равен 1,8;

– по термической стойкости:

Для выключателей 220 кВ полное время отключения составляет 0,058 с, а время срабатывания основной защиты – 0,1 с.

$$t_{откл} = 0,1 + 0,058 = 0,158 \text{ с};$$

$t_{откл}$ – время от начала короткого замыкания до его отключения

$$W_k = 10,54^2 \cdot \left(0,158 + 0,05 \cdot \left(1 - e^{-\frac{2 \cdot 0,158}{0,05}} \right) \right) = 28,64 \text{ кА}^2 \cdot \text{с};$$

Среднее значение T_a принимается равным 0,05с. (T_a) – постоянная времени затухания апериодической составляющей тока короткого замыкания, с.

W_k – тепловой импульс тока КЗ

Определим предельный ток термической стойкости.

$$\begin{aligned} I^2_{Т} \cdot t_T &\geq W_k \\ 40^2 \cdot 0,158 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} &\geq 28,64 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}; \\ 252,8 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} &\geq 28,64 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}. \end{aligned}$$

Результаты выбора и проверки трансформаторов тока сведены в таблицу 1 и 2

Таблица 1

Место установки		Расчетные данные				
		Усети	I раб.сети макс	I п.о	$i_{уд}$	W_k
		кВ	А	кА	кА	кА ² с
РУ10 кВ	ВВ	10	1093	10,54	27,12	28,64

Таблица 2

Тип выключателя	Каталожные данные			
	Uном	Iном	I пр.скв.	I ² _T · tт
	кВ	А	кА	кА
Трансформатор тока с литой изоляцией 10кВ	10	1500	20	51

Список литературы:

1. Типовая работа «Указания по расчету нагрузок трансформаторов тока» «Теплоэлектропроект».
2. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Седьмое издание. 2008г.
3. Рожкова Л.Д. и Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций: Учебник для техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М., Энергоатомиздат, 1987.

Исследование успешного АВР

*Черкашин А.В., студент,
Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,
г. Нерюнгри
E-mail: cherksshin2406@gmail.com*

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

До непосредственного процесса подключения резервного источника электропитания к потребителю, нужно произвести отсоединение этого потребителя от общей энергетической сети. Если этот процесс выполнять вручную, то он может затронуть других потребителей. В связи с этим необходимо использовать автоматический ввод резерва (сокращенно АВР), который позволит исключить возникновение сбоев при подаче электроэнергии.

Реле, которые контролируют пропадание электропитания в сети, должны расцепляться только в случае отсутствия или низкого уровня напряжения, который не позволит пользователям штатно осуществлять свою работу. Установка по напряжению выбирается порядка $(0,55 \div 0,6)$ Uном. В случае создания защиты минимального напряжения в электросети необходимо добиться того, чтобы она не осуществляла свою функцию при сбоях или отказах в работе питающей сети 35-220 кВ или одного из предохранителей в электрических цепях. В связи с этим срабатывание реле классически настраивается на уровень порядка $(0,25 \div 0,4)$ Uном. Процесс установки реле, которое контролирует наличие электрического напряжения, должен обеспечивать уровень напряжения как можно более приближенный к номинальному напряжению. При вводе новой нагрузки к резервному источнику электропитания это позволит обеспечить самостоятельный запуск остановленных двигателей, которые запитаны от линий или секций, потерявших напряжение.

В таком случае необходимо обеспечить высокую степень надежности работы контролирующего реле при стандартных условиях. Кроме того, необходимо брать в расчет, что кв реле минимального напряжения находится в промежутке от 1,18 до 1,25.

Сегодня широко распространены схемы, в которых одно реле обеспечивает контроль пропадания электрического напряжения и перехода на резервный источник электропитания. В качестве примера такого реле можно привести реле времени с отпадающим якорем. В такой ситуации напряжение контроля защиты и напряжение срабатывания рассчитываются на основе параметров возврата реле и практически не подвержены регулировке.

Напряжение отпадания согласно паспортной характеристики для реле времени категорий ЭВ-215, ЭВ-245 составляет $(0,05 \div 0,55) U_{ном}$. В реальности это значение равняется $(0,3 \div 0,4) U_{ном}$, что соответствует предъявляемым требованиям.

При использовании реле прямого действия (сокращенно РНВ) напряжение отпадания якоря составляет $0,65 U_{ном}$. Это значение имеет большое отклонение от величины напряжения, при котором срабатывает защита.

Время, за которое срабатывает защита минимального напряжения, выставляется так, чтобы она не смогла доработать и оказать свое воздействие на отключение источника электрической энергии в цикле АПВ и АВР. Это делается для того, чтобы при возникновении сбойной ситуации процесс восстановления электропитания потребителей проходил за минимальное число переключений.

В случае согласования с выше расположенным по схеме АВР нужно обеспечить выдержку времени защиты минимального напряжения, которое имеет свой запуск защиты минимального напряжения. Это необходимо, чтобы данная защита не успевала срабатывать до подачи электроэнергии по причине штатного действия вышестоящего АВР, запущенного своей защитой при выявлении минимального напряжения в электрической цепи.

Для проведения расчетов вышеописанной ситуации время срабатывания вышестоящей защиты минимального напряжения складывается со временем срабатывания выключателей, которые участвуют в АВР, также берется в расчет возможное отклонение по времени и дается некоторый временной запас. Таким образом, для АВР в схеме с выключателями будет действовать следующее неравенство:

$$t_1 \geq t_{зщ2} + t_{отклВ1} + t_{вклВ2} + \Delta t_1 + \Delta t_2 + t_{срРН} + t_{зап}, \quad (1)$$

где t_1 – уставка защиты; $t_{зщ2}$ – уставка согласующейся выше расположенной защиты; $t_{отклВ1}$ – время срабатывания выключателя основного источника электропитания на выше расположенной питающей подстанции; $t_{вклВ2}$ – время срабатывания выключателя резервного источника электропитания на выше расположенной питающей подстанции; Δt_1 и Δt_2 – максимальные отклонения времени срабатывания реле времени от уставки на выше расположенной и расчетной питающей подстанции; $t_{срРН}$ – время работы контролирующего реле; $t_{зап}$ – время, взятое для обеспечения запаса.

Формула 1 применима для каждой электрической цепи, в которую входит АВР. В качестве примера можно привести устройства АВР на отделителях. Этот вариант заключается в том, что при срабатывании АВР отключаются, а затем включаются

выключатели, находящиеся со стороны низшего напряжения. При этом нужно обязательно взять в расчет время, за которое происходит включение и отключение выключателей и то, что в качестве параметров неравенства $t_{отклВ1}$ и $t_{вклВ2}$ выступают значения времени срабатывания отделителей.

Таким образом, подставим $t_{отклВ1}$ и $t_{вклВ2}$ в неравенство (1), учитывая время отключения выключателя $\sim 0,1$ сек, время включения от 0,4 сек. до 1 сек (в зависимости от напряжения, на которое рассчитан выключатель), отклонение времени срабатывания реле времени от уставки от 0,125 сек. до 0,4 сек. Время срабатывания контролирующего реле в расчет не берется в виду того, что его значение близко к нулевому. Время запаса принимают равным 1 сек. Итак:

$$t_1 > t_{защ2} + 0,1 + (0,4 - 1,0) + 2(0,125 - 0,4) + 1,0 = t_{защ2} + (1,76 - 2,9) \quad (2)$$

Получаем, что согласно условию согласования защита минимального напряжения АВР должна включать уставку по времени от 2 сек. до 3 сек. больше, чем вышерасположенное АВР (в случае использования в электрической цепи выключателей).

Исходя из вышесказанного, можно отметить, что время защиты в любом случае больше времени успешного срабатывания АПВ. Запуск защиты минимального напряжения может состояться не при отключении поврежденной линии своей защитой, а именно в момент сбоя или отказа. Таким образом, обязательно необходимо учитывать временной интервал работы защиты в схеме основного электропитания. Также нужно взять в расчет время срабатывания выключателя, отклонение времени действия от уставки у реле времени и время запаса.

Порядок величин, которые входят в неравенство 1, такой же, как и в случае согласования АВР. Разница между временем защиты минимального напряжения АВР и суммой времени защиты и АПВ питающей линии составляет от 2,5 сек. до 3,5 сек.

Список литературы:

1. Беркович М.А., Гладышев В.А., Семенов В.А. Автоматика энергосистем - М.: «Энергоатомиздат», 1991, 240с.
2. Левченко М.Т., Хомяков М.Н., Автоматическое включение резерва. М.: «Энергия», 1971, 80 с
3. Чернобровов Н.В., Семенов В.А. Релейная защита энергетических систем -М.: Энергоатомиздат, 1998, 800 с

Улучшение качества и срока эксплуатации воздушных линий электропередач в экстремальных природных условиях

*Чернов В.А., студент,
Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,
г. Нерюнгри
E-mail: Chernovvladimir1998@mail.com*

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент Шабо К.Я.*

Увеличение качества работы ВЛЭП путем восстановительного ремонта заключается в снижении потока отказов, сложности ремонта и создания новых линий, сокращении сроков восстановления после разрушения конструкции или выхода из строя отдельных элементов, роста эксплуатационного периода ВЛ, минимизации финансовых издержек от недоотпуска электроэнергии и прочих факторов.

Рассмотрим наиболее эффективные способы повышения качества работы восстанавливаемых ВЛЭП, которые эксплуатируются в условиях шквалистого ветра и наледи на проводах:

– замена визуального осмотра состояния ВЛЭП на преимущественно инструментальное изучение составляющих конструкции, которые прослужили более 30 лет. Это позволит запланировать объемы работ и посчитать их стоимость;

– изменение конструктивных деталей готовой модели с помощью производственных процессов и элементов, что позволит увеличить эксплуатационный период проекта, устойчивость к изменяющимся погодным условиям и агрессивному воздействию разрушающих факторов;

– применение альтернативных вариантов противодействия негативному влиянию факторов окружающей среды и изменения климатических условий.

Для продления периода эксплуатации ВЛЭП, совместно с сокращением инцидентов под воздействием климатических факторов, ускорения строительных работ, минимизации срока реконструкции после аварийных ситуаций и сокращения финансовых издержек, направленных на оплату функционирования ВЛЭП, рекомендована выгодная альтернатива устаревшим конструкциям на другие, устойчивые и современные изделия [4].

Физические свойства провода оказывают непосредственное влияние на характер и частоту появления наледи на установленных элементах. Современные модели AERO-Z, благодаря поверхности с эффектом скольжения, минимизируют ледниковые отложения. Дождевые осадки в зимнее время года обрушиваются под влиянием собственной массы и воздушных потоков, отчего наледь практически отсутствует. На аналоговой марке, устаревших проводах АС, рост отложений может приблизиться к максимальной отметке в 10-20 кг/м. В 10% случаев это критически влияет на целостность конструкции: под действием дополнительной нагрузки провода растягиваются, провисают, что становится вероятной причиной обрыва ВЛЭП. На изделии марки AERO-Z максимальный вес накопленных осадков не превышает 0,5 кг/м, что минимизирует риск обрыва ВЛЭП.

В аэродинамике у этих проводов наблюдается весомое преимущество, по сравнению с другими моделями. Благодаря сопротивлению воздушным массам на 30-

35% больше, в проводах AERO-Z практически отсутствует эффект бесконтрольного маятника, когда под действием ветра они расшатываются из стороны в сторону. Отсутствие «плясок» благоприятно сказывается на использовании опор и гирлянд. Их срок службы увеличивается на 10-15. Скрутка металла обеспечивает антикоррозийный эффект, за счет чего потери электроэнергии сокращаются до 10-15%. Особые физические свойства проводов, проявившиеся благодаря скрутке и гладкой поверхности, обеспечивают конструкции прочность и долговечность. Улучшенные характеристики влияют на рост цены на провода: по сравнению с моделью АС, стоимость элемента AERO-Z обойдется в 6 раз дороже. Но высокая цена оправдана максимальным периодом эксплуатации и большей степенью устойчивости к неблагоприятным метеорологическим условиям [3].

Дополнительным вариантом увеличения срока эксплуатации ВЛЭП на участках, склонных к образованию наледи на проводах, является замена или усиление опорных элементов. Это позволит увеличить срок использования проводов и усилит их восприимчивость к влиянию природных факторов, особенно при высоком риске образовании наледи.

До начала восстановительных работ рекомендуется проанализировать предложенные варианты, чтобы определиться с выбором лучшего из проанализированных способов.

С целью эффективности использования ВЛЭП одним из вариантов решения задачи является следующие пути модернизации:

- составляются конструктивные модели ВЛ, изготавливаемые с целью увеличения срока эксплуатации и качества работы отдельных составляющих при влиянии разрушающих природных факторов;
- аргументируются индивидуальные факторы оптимальной работы изделия;
- определяются показатели, характеризующие степень важности определяемых факторов.

В экстремальных погодных условиях, с высоким риском возникновения отложений наледи на проводах и разрушающего влияния агрессивных воздушных масс, стабильная работа ВЛЭП ограничена обрывом проводов или их размерами. Поэтому разновидности ремонтных работ должны включать в себя модели, сконструированные с учетом запасов по размеру и наращиванию максимальной нагрузки.

Проведение ремонтных работ не должно негативно сказываться на изменении рекомендованных расстояний между проводами и землей. Поэтому в целях минимизации разрушающих факторов предложены следующие способы изменения ВЛЭП:

- размещение дополнительных опор;
- установка более высоких опорных элементов;
- преимущественное использование опор с множественными гранями, которые отличаются усиленной прочностью и долговечностью;
- установка новых проводов провода с увеличенной толщиной алюминия вместо изношенных, непригодных к использованию элементов. Замена подлежат провода с критическим уровнем наледи, открыто выраженным коррозионным эффектом (более 70% поверхности);
- замена частей на элементы с пониженным температурным показателем удлинения провода – α и максимальным параметром $F_{пЕп}$:

а) на провода с увеличенной толщиной стали. Это устойчивые к износу, дорогие элементы, которые выдерживают экстремальные погодные условия и отличаются долговечностью;

б) на особые виды проводов. Примеры – в исполнении G(Z)TACSR от J-Power Systems, который выдерживает разрушающее воздействие высоких температур, а также аналог, относящийся к категории стандартных проводов – (Z)TACSR, произведенный компанией Lumpri-Berndorf, провод Aero-Z (известный завод-изготовитель из Бельгии «NEXAN-s») [1].

Список литературы:

1. Алексеев Б.А. Повышение пропускной способности воздушных линий электропередачи и применение проводов новых марок / Б.А. Алексеев // Электро. 2009. №3. С. 4
2. Глазунов А.А. Основы механической части воздушных линий электропередачи / А.А. Глазунов. М.: Госэнергоиздат, 1959. 274 с.
3. Куликов А.С. АЕРО-Z – Высокотехнологичные провода для высоковольтных линий электропередач / А.С. Куликов // Линии электропередачи 2008: Проектирование, строительство, опыт эксплуатации и научно-технический прогресс: 3 Рос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Новосибирск, 2008. С. 97.
4. Линт Н.Г. Линии электропередачи на стальных многогранных опорах / Н.Г. Линт, С.Е. Казаков, О.В. Семенко // Электро. 2007. №5. С. 12-17.
5. Никофоров Е.П. Об увеличении нагрузочной способности действующих ВЛ по току / Е.П. Никофоров // Электрические станции. 2008. №11. С. 33-37.

Секция 3. Науки о Земле
(горное дело, геология, рациональное природопользование, охрана
окружающей среды, инженерная экология, геоэкология)

Модельные исследования по оконтуриванию костных остатков мамонтовой
фауны методом высокочастотной георадиолокации

Аммосов А.П., м.н.с, аспирант, Петрова Т.Н., м.н.с., Данилов К.П., н.с.
Лаборатория технологий добычи и переработки сырья мамонтовой фауны,
ФГБУН ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН»,
г. Якутск
E-mail: yakoot@inbox.ru

Остатки мамонтовой фауны в основном связаны со странами, чьи территории полностью или частично расположены в зонах вечной мерзлоты. Лидером по запасам и добыче мамонтовой кости, является Российская Федерация. Более того по экспертным оценкам более 80% ресурсов бивней мамонта дислоцированы в России, а именно на территории Республики Саха (Якутии). Это связано с тем что, порядка 60% территории РС (Я) относятся к зонам распространения вечной мерзлоты [1]. Благодаря наличию вечномерзлых пород на северных территориях страны были законсервированы и сохранены, в течение десятков тысяч лет, остатки животных эпохи позднего плейстоцена. Вплоть до конца XX в. большинство находок остатков животных мамонтовой фауны были случайными. В связи с увеличившимся интересом со стороны ученого сообщества к таким находкам, а также повышением спроса на бивни мамонта как коммерческого сырья, возникла необходимость внедрения системного подхода к поиску рассматриваемых объектов, в том числе с применением современных электрофизических методик [2].

Основными геофизическими методами, применяемыми при исследованиях такого рода, являются георадиолокация и электротомография. Однако результаты применения этих методов не всегда убедительны, поскольку костные остатки в процессе хранения в грунтах приобретают физические свойства окружающей среды и практически не отображаются при исследовании грунтов с помощью геофизических методов. Литературный обзор в данной области показал [2-5], что окаменелую кость можно выделить как аномалию при георадиолокационном зондировании при условии, что ее диэлектрическая проницаемость существенно отличается от значений данного показателя вмещающих пород.

Принцип действия аппаратуры подповерхностного радиолокационного зондирования (георадара) основана на излучении сверхширокополосных (наносекундных) импульсов метрового и дециметрового диапазона электромагнитных волн и приеме сигналов, отраженных от границ раздела сред, имеющих различную диэлектрическую проницаемость (ϵ). Для мерзлых рыхлых отложений и грунтов диэлектрическая проницаемость, в среднем, не превышает 4-6 единиц, для воды – 81, их соотношение в исследуемой среде, в основном, определяет диэлектрическую проницаемость слоев. Максимальный контраст в диэлектрических проницаемостях наблюдается между воздухом ($\epsilon = 1$) и водой ($\epsilon = 81$). Для сухих, монолитных сред

характерны низкие значения диэлектрической проницаемости, для влагонасыщенных и трещиноватых – высокие и, следовательно, низкие значения скорости распространения электромагнитных волн [4,5].

В ходе экспериментальной работы для возможности обнаружения костных остатков животных эпохи позднего плейстоцена использовали георадар «ОКО-2», с антенными блоками АБ-250 и АБ-400 (ООО «ЛогиС»). Обработка данных осуществлялась с применением программы GeoScan32 [6,7]. В качестве вмещающей среды был использован речной песок. Его влажность определяли согласно методике, описанной в ГОСТ 5180-2015. Влажность поверхностного слоя речного песка в момент съемки составляла 5%, а на глубине 0,9 м – 5,8%. Анализ табличных данных показал, что полученная разница влажности песка в приповерхностных слоях и на глубине заложения образцов не влияет на диэлектрическую проницаемость среды, поэтому ее значения принято 6 у.е. [8,9]. Образцы были помещены в специально сконструированный короб, размеры которого выбраны с учетом возможностей прибора. Размеры короба составляли: ширина – 1 м и глубина – 1,5 м, длина – 6 м. Эксперимент был проведен на испытательном полигоне Института горного дела Севера им. Н. В. Черского СО РАН, расположенного на территории г. Якутска, в период лето-осень 2019 г.

Объектами исследования являлись фрагменты бивня мамонта и рога благородного оленя (рис. 1), обнаруженные на террасе у русла реки Аим местным промысловиком Борисовым В.А., проживающим на одноименном селе Аим. Габариты исследованных объектов: фрагмент бивня имел характерную форму дуги, длина фрагмента составляла 46 см, диаметр в средней части – 5-8 см (рис. 1, а). Фрагмент рога имеет сложную форму, длина боковых частей составляла 33-36 см, диаметр колеблется в диапазоне 5-9 см (рис. 1, б, в).



Рис. 1 Объекты исследования: а – фрагмент бивня мамонта; б, в – фрагмент рога благородного оленя

На рис. 2 а показаны длина исследуемого профиля и глубина заложения окаменелых костных остатков. Общая длина профиля составляла 3 м, образцы расположили на расстоянии 1 и 2 метра от края короба, на глубину 0,9 м.

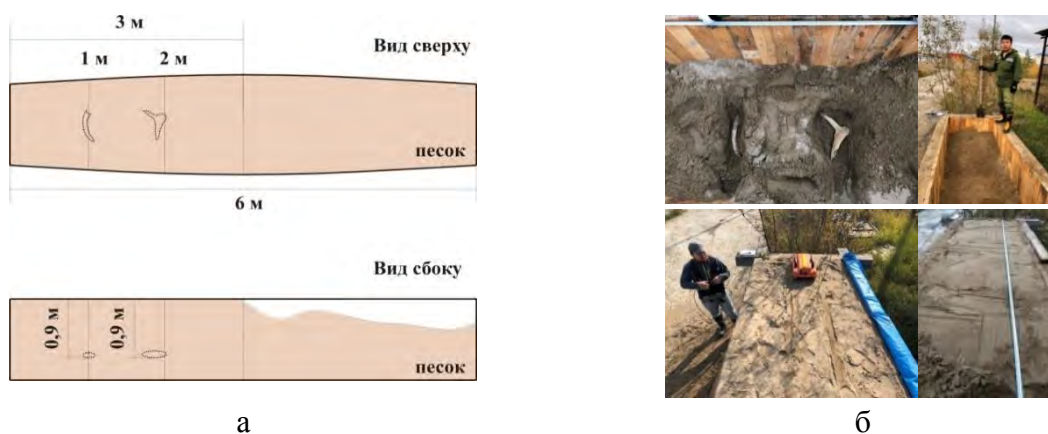


Рис. 2 Схема расположения объектов исследования в коробе с песком (а); подготовка к проведению георадиолокационной съемки (б)

В результате профилирования антенными блоками АБ-250 и АБ-400 георадара было получено и обработано 24 файла. В процессе обработки полученных данных были рассмотрены и проанализированы численные значения амплитудных характеристик осей симфазности. Согласно литературным данным оконтуривание локальных объектов проводится для поиска так называемых гипербол осей симфазностей, а разыскиваемый отраженный импульс от локального объекта должен отличаться своей контрастностью [4,5]. Иначе говоря, численные значения амплитуд близлежащих по времени импульсов должны быть меньше, чем значения непосредственно от локального объекта. Результаты обработки данных представлены на рис. 3 и 4. Видно, что применение метода георадиолокации позволяют получить отчетливые картины осей симфазности в виде гипербол. Применение антенного блока АБ-400 более эффективно для данных целей, так как позволяет получить более выраженную контрастную волновую картину. Причиной получения более слабого сигнала при использовании антенного блока АБ-250 являются небольшие габариты образцов и малая глубина заложения.

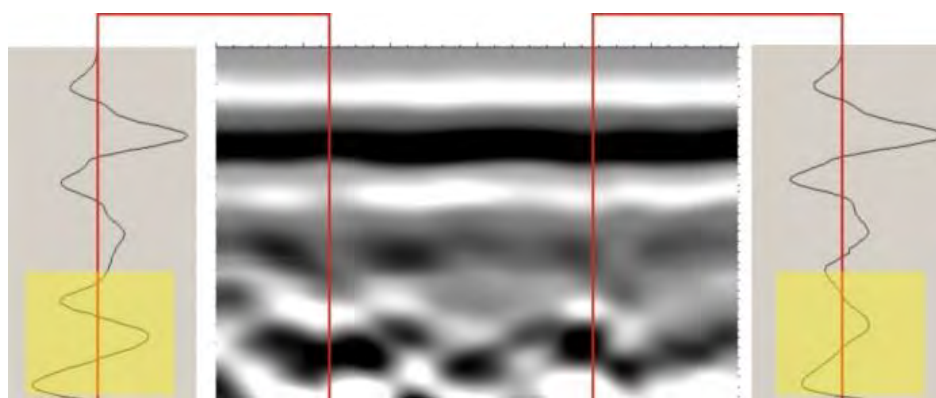


Рис. 3 Радарограмма полученным антенным блоком 250 МГц

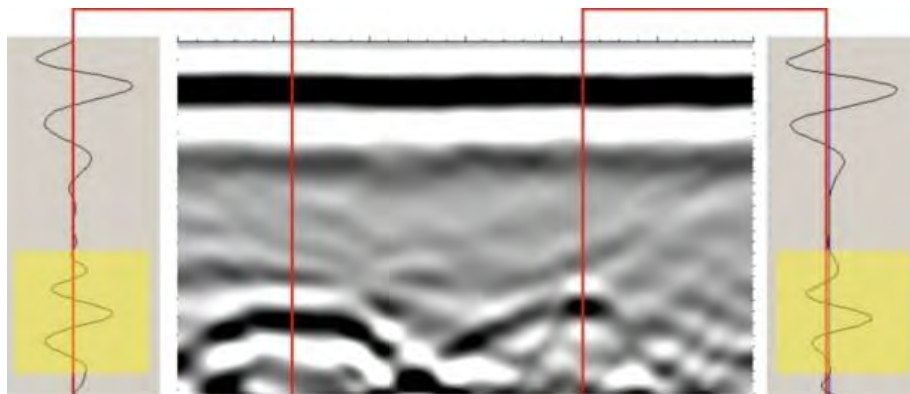


Рис. 4 Радарограмма полученным антенным блоком 400 МГц

Таким образом, в данной работе представлены результаты модельного эксперимента, по выделению окаменелых костных остатков животных мамонтовой фауны в речном песке, методом высокочастотной георадиолокации в зависимости от изменения частотных характеристик аппаратуры. Выполнен сравнительный анализ наличия и положения осей синфазности георадиолокационных сигналов по глубине на волновых картинах. Установлено, что георадарная информация позволяет четко обнаружить локальный объект по глубине и простирацию. Однако, для точной интерпретации полученных данных требуются дополнительные исследования по оконтуриванию объектов разной природы и размеров, а также с учетом естественного состояния вечномёрзлых грунтов в экспедиционных условиях.

Работа выполнена в рамках Госзадания Министерства науки и высшего образования РФ № 075-03-2019-596/4.

Список литературы:

1. Распоряжение Главы РС(Я) от 13 августа 2018 г. №649-РГ «Об утверждении Концепции развития сбора, изучения, использования, переработки и реализации палеонтологических материалов мамонтовой фауны на территории Республики Саха (Якутия)». – URL: <http://docs.cntd.ru/document/550166534>.
2. Оленченко В.В. Возможности геофизических методов при поисках плейстоценовой мегафауны в пойменных и надпойменных отложениях реки Юрибей (Ямал) / В.В. Оленченко, А.Н. Шейн // Криосфера Земли, 2013, т. XVII, № 2, с. 83-92.
3. Thomas M. Urban Frozen: The Potential and Pitfalls of Ground-Penetrating Radar for Archaeology in the Alaskan Arctic // Remote Sens, 2016, p. 8-31.
4. Jol. M. Harry, Ground Penetrating Radar Theory and Applications // Elsevier Science, p. 543, 2009.
5. Владов М.Л. Георадиолокация: от физических основ до перспективных направлений. Учеб. Пособие / М.Л. Владов, М.С. Судакова. // М.: ГЕОС, 2017, 240 с.
6. Техническое описание и инструкция по эксплуатации на Георадар "ОКО-2". – Режим доступа / <http://geotech.ru/files/georadar/gprtov26beta303.pdf>
7. Руководство пользователя программой GeoScan32. – Режим доступа / <http://logsys.ru/download/new/geoscan32manual.pdf>
8. ГОСТ 12536-2014 “Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава” [Текст]. – ГОСТ 12536-79; Введ. 01.07.1980. – Москва: Стандартинформ, С. 19, 2015.

9. ГОСТ 5180-84 “Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик” [Текст]. – Взамен ГОСТ 5180-75; Введ. 30.06.1985. – Москва: Стандартинформ, С. 19, 2005.

Исследование динамики NDVI растительного покрова Азиатской части России по данным ДЗЗ (1982-2015)

Варламова Е.В., мнс¹, магистрант²,

¹Институт космических исследований и аэронавтики им. Ю.Г. Шафера СО РАН, г. Якутск

²Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, г. Якутск

E-mail: varlamova@ikfia.yasn.ru

Аннотация

Проведены исследования динамики NDVI растительного покрова Азиатской части России по данным спутниковых наблюдений (продукт GIMMS3g) за 1982-2015 гг. Карта распределения тренда сезонных (май-сентябрь) значений NDVI демонстрирует, что обширная область с наиболее высокими показателями (~15-20%) тренда NDVI наблюдается на севере Якутии. Анализ среднемесячных (с мая по сентябрь) вариаций NDVI 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).

Ключевые слова: AVHRR/NOAA, GIMMS3g, NDVI, растительный покров, Азиатская часть России, Якутия

Введение

Длинные ряды спутниковых данных AVHRR/NOAA (продукты LTDR, GIMMS3g) 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 [2-6] 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 динамики NDVI растительного покрова Азиатской части России за период 1982-2015 гг. по данным продукта GIMMS3g.

Данные и методика

Для анализа динамики NDVI был использован набор данных продукта GIMMS3g (Global Inventory Modeling and Mapping Studies, 3rd generation) [7], представляющий собой композиты 15-дневных максимальных значений NDVI за период 1982-2015 гг. Для оценки связи между вариациями NDVI и метеорологическими параметрами были использованы среднемесячные временные ряды приземной температуры воздуха и атмосферных осадков продукта CRU TS (Climatic Research Unit Time-series) v.4.01 [8], основанного на наблюдениях наземных станций и охватывающего период 1982-2015 гг.

Результаты и обсуждения

Временные ряды NDVI были приведены к среднемесячному разрешению и построены карты линейного тренда NDVI на территории Азиатской части России, за период май-сентябрь 1982-2015 гг. Сезонный (усредненный за май-сентябрь) тренд NDVI показан на рис. 1а. Как следует из рис. 1а, карта распределения сезонного тренда NDVI неоднородна, однако, в целом, преобладает положительная динамика со средним ростом тренда NDVI около 3%. Обширная область с наиболее высоким приростом тренда NDVI (10–20%) наблюдается на севере Якутии (выше 64-й параллели). Следует отметить, что в прирост сезонного тренда NDVI значительный вклад вносит рост майских значений NDVI, тренд которого показан на рис. 1б.

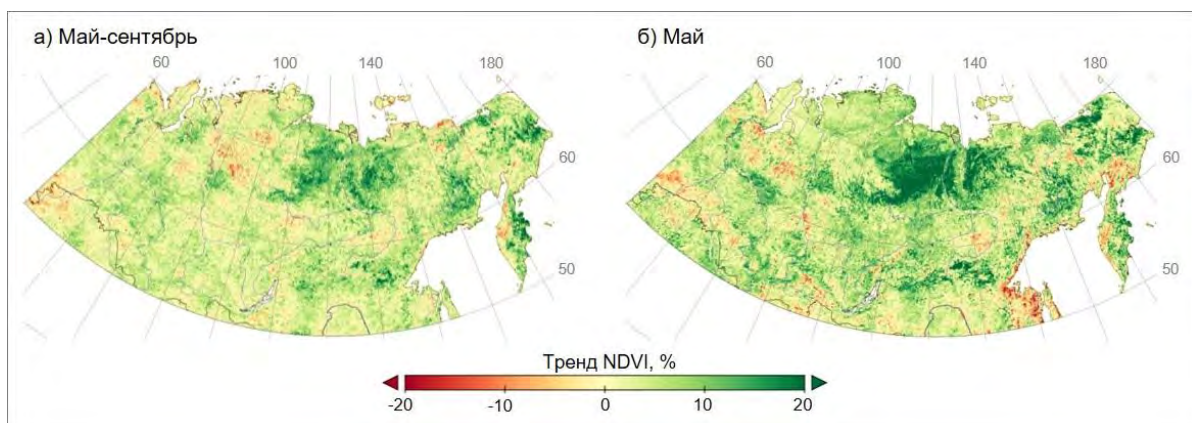


Рис. 1 Тренды NDVI растительного покрова Азиатской части России за период 1982-2015 гг.: а) усредненный за сезон май-сентябрь; б) усредненный за май.

Как было показано ранее в [9], на тестовом участке, расположенном на севере Якутии устойчивый рост (на ~26%) майских значений NDVI наблюдался в течение 2004-2015 гг., однако в 1982-2004 гг. тренд был незначительным. Также в [9] было показано, что между вариациями майских значений NDVI и температурой воздуха на тестовом участке наблюдается высокая корреляция ($R = 0,9$) за период 1982-2015 гг. Таким образом, за периоды 1982-2004 и 2004-2015 гг. были построены карты тренда майских значений NDVI (рис. 2а, б) и температуры воздуха (рис. 2в, г). Как следует из рис. 2 (а, в), в течение 1982-2004 гг. в регионах с наибольшим ростом температуры на ~1,5-3⁰C (на юго-западе и северо-востоке Сибири, а также на Дальнем Востоке) наблюдается и рост NDVI. Напротив, в области отрицательных и/или околонулевых трендов температуры в районе центральной части Восточной Сибири наблюдаются заметные отрицательные тренды NDVI. В течение второго периода (рис. 2б, г) тренды поменяли знак на противоположный. На северо-западе Сибири и в центральной части Восточной Сибири наблюдается устойчивый рост температуры (рис. 2г) и NDVI (рис. 2б).

Распределение коэффициентов корреляции между среднегодовыми вариациями NDVI и вариациями среднегодовой приземной температуры воздуха и атмосферных осадков в Азиатской части России за период 1982-2015 гг. показаны на рис. 3 (а, б). Из рис. 3а видно, что высокая ($R=0,8 - 0,9$) корреляция между NDVI и температурой воздуха наблюдается преимущественно на севере Восточной Сибири. Распределение корреляции между NDVI и осадками (рис. 3б) показывает их незначительную связь ($R=$

-0,2 - 0,4), средний коэффициент корреляции по всей исследуемой территории составил $R \sim 0.1$.

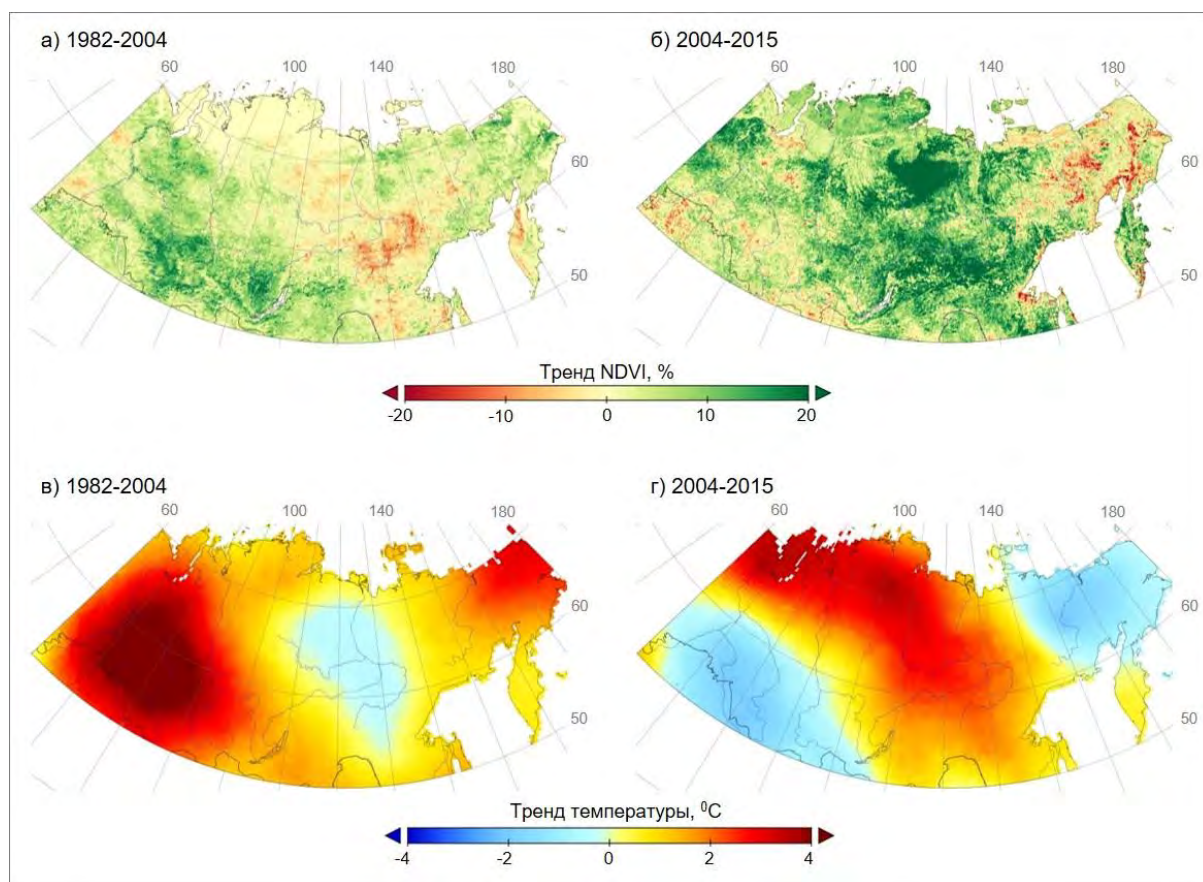


Рис. 2. Тренды майских значений NDVI (а, б) и температуры воздуха (в, г) за периоды 1982-2004 гг. и 2004-2015 гг.

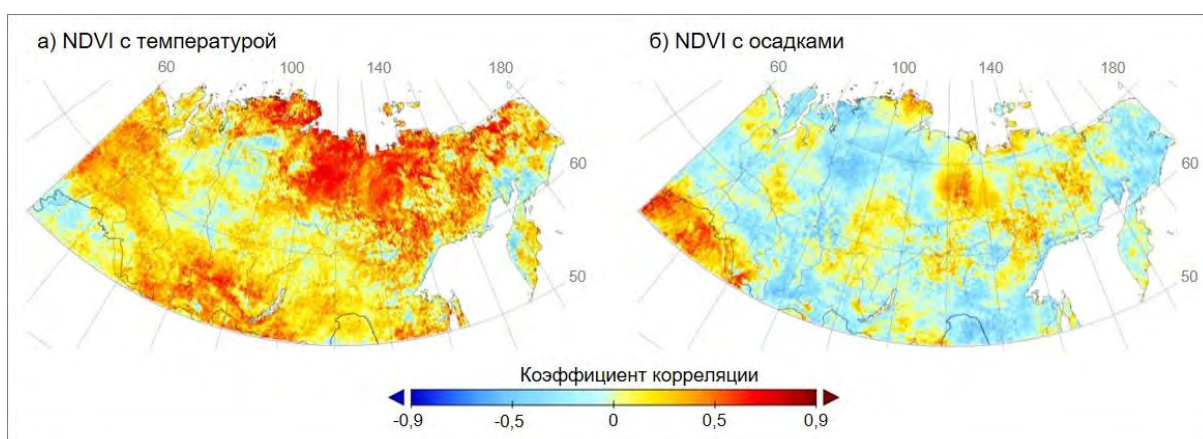


Рис. 3. Коэффициенты корреляции между среднегодовыми вариациями NDVI и вариациями: а) среднегодовой приземной температуры воздуха; б) суммы атмосферных осадков за период 1982-2015 гг.

Выводы

Анализ динамики NDVI растительного покрова Азиатской части России за 1982-2015 гг. показал, что значительный рост ($\sim 15-20\%$) сезонных значений NDVI наблюдается на севере Якутии. Анализ среднемесячных (с мая по сентябрь) вариаций NDVI на севере Якутии показал, что существенный вклад в сезонный тренд NDVI

вносит устойчивый рост (на ~26%) его майских значений за последние 12 лет (2004-2015), коррелирующих ($R=0,9$) с вариациями и ростом (на $6,1^{\circ}\text{C}$) майской температуры воздуха. Распределение коэффициентов корреляции между среднегодовыми вариациями NDVI и метеопараметрами в Азиатской части России показывает тесную связь ($R=0,8-0,9$) вариаций NDVI с температурой воздуха преимущественно на севере Восточной Сибири и отсутствие связи ($R\sim 0,1$) вариаций NDVI с осадками.

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. Vol. 38. No. 19. P. 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. Vol. 9, No. 12. P. 1277. doi:10.3390/rs9121277

4. 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.

5. Varlamova, E.V., Solovyev, V.S. Investigation of Eastern Siberia vegetation index variations on long-term satellite data // *Proceedings of SPIE on 24th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics*. 2018. V. 10833. P. 108338C.

6. Varlamova E.V., Solovyev V.S. Study of the features of vegetation index trends of forest tundra in Yakutia // *Proc. SPIE 11208, 25th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics*. 2019. V. 11208. P. 112087L.

7. Pinzon J.E, Tucker C.J. A Non-Stationary 1981-2012 AVHRR NDVI3g Time Series // *Remote Sensing*. 2014. Vol. 6. P. 6929-6960.

8. 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.

9. Варламова Е.В., Соловьев В.С. Исследование особенностей трендов вегетационного индекса растительного покрова лесотундры Якутии по данным GIMMS / XXV Международный симпозиум «Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы». ИОА СО РАН, Новосибирск, 30 июня-5 июля 2019 г.: материалы. 2019. С. D144-147.

Система безопасности Red Kill Zone покоряет «Сибуглемет»

*Даниленко Т.А., студентка,
Филиал Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф.
Горбачева в г. Междуреченске,
г. Междуреченск,
E-mail: kevlad@mail.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., Кузнецов Е.В.*

Сибуглемет — российский угледобывающий холдинг, основным бизнесом которого является производство коксующихся углей, используемых в металлургии, предприятия которого в основном расположены в Кемеровской области.

Предприятия группы Сибуглемет: ООО «Холдинг Сибуглемет», АО «Шахта «Большевик», АО «Шахта «Антоновская», АО «ОФ «Антоновская», АО «ОФ «Междуреченская», АО «Междуречье», АО «Угольная компания «Южная», АО «Сибуглемет», АО «Сибуглемет-М» под руководством управляющей компании ООО «УК «ЕВРАЗ Междуреченск».

На предприятиях группы Сибуглемет планомерно проводится комплекс мероприятий для повышения уровня промышленной безопасности и созданий безопасных условий труда. Одними из первых в Кузбассе на АО «Междуречье» проводится массовое оснащение горных экскаваторов уникальной системой промышленной безопасности Red Kill Zone [1].

На горнодобывающих предприятиях разгрузка и погрузка горной массы осуществляется в круглосуточном режиме. В тёмное время суток видимость практически нулевая, поэтому возникает угроза столкновения с другой техникой. При неблагоприятных погодных условиях этот риск возрастает в разы.

Для комфортной и безопасной работы карьерные машины должны быть оснащены качественными и современными световыми приборами, обеспечивающими должную степень освещённости.

В июне 2019 года АО «Междуречье» начало применять современную систему RED KILL ZONE (красная запретная зона). Задача системы — обеспечить безопасность работ при экскавации горной массы экскаватором в темное время суток.

RED KILL ZONE «Красная опасная зона» – это дополнительные светодиодные фары с красными светодиодами. Фары устанавливаются по периметру экскаватора с расстоянием 1-1,5 м друг от друга, затем их соединяют в одну цепь и подключают к единому источнику питания [2] (рис 1,2,3).



Рис.1 Расположение светодиодных фар на гусеничном карьерном экскаваторе

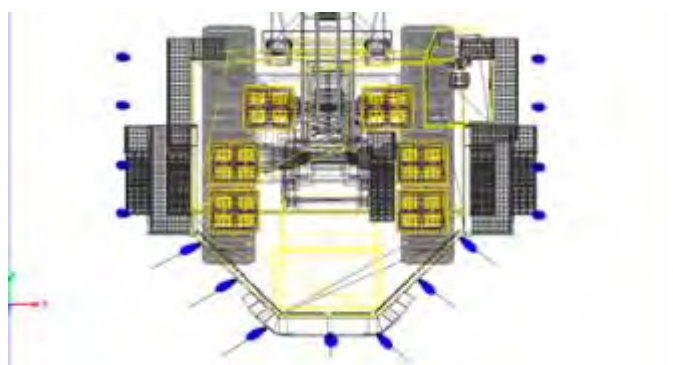


Рис. 2 Схема расположения светодиодных фар

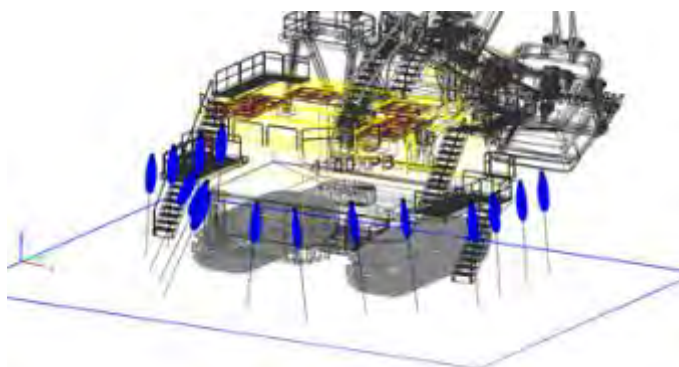


Рис.3 Схема расположения светодиодных фар (главный вид)

Система фар Red Kill Zone, с красными светодиодами, проецирует на поверхности земли периметр опасной зоны, обозначая тем самым предельно допустимую границу приближения автосамосвалов или других карьерных машин.

За счёт яркого освещения границ опасной зоны обеспечивается безопасность горных работ – водители автосамосвалов и машинисты бульдозеров, в тёмное время суток, видят габариты экскаватора и безопасное расстояние до него (рис 4).



Рис. 4 Система фар Red Kill Zone установлена на гусеничный карьерный экскаватор

Установка системы **Red Kill Zone** повышает не только безопасность работ, но и производительность карьерной техники – сокращается время парковки автосамосвала в зоне погрузки, что увеличивает скорость погрузки горной массы (рис 5).

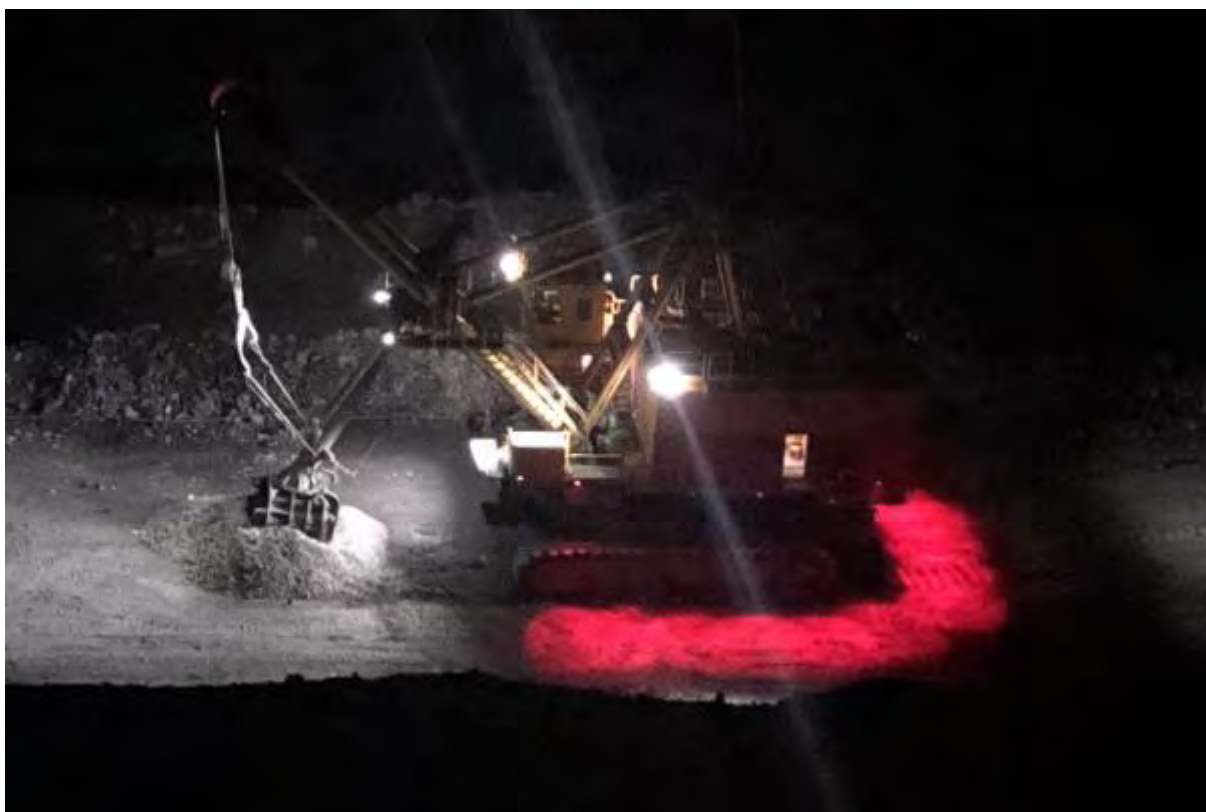


Рис. 5 Экскаватор гусеничный карьерный

Светодиодная фара Red Kill Zone обладает высокой светоотдачей, стойкостью к механическим повреждениям, что очень важно для эксплуатации в горном секторе, полным комплектом для установки (крепёжные элементы, болты, комплект электропроводки) и пятилетней гарантией.

Энергомеханические службы предприятий оснащают технику импортными системами. На данный момент системы установлены на электрические экскаваторы EX5600, EX 3600 и KOMATSU PC-3000, разреза «Междуреченский».

Тестовые запуски системы Red Kill Zone на горной технике разрезом получили большое количество положительных отзывов машинистов экскаваторов, бульдозеров и водителей технологических автосамосвалов. Создание комфортных и безопасных рабочих мест, постоянное повышение уровня промышленной безопасности – одни из основных аспектов программы развития предприятий Сибуглемет, где безопасность людей и стабильная работа техники всегда ставятся во главу угла [3]. Поэтому в дальнейшем системой Red Kill Zone будет оснащен весь экскаваторный парк компании.

Список литературы:

1. <http://www.sibuglemet.ru/>
2. <https://www.mining-lights.com/MUL-Red-kill-zone.html>
3. <http://rosmining.ru/>

Проект мусороперерабатывающий завод в городе Алдан

Дубровский Д.М., студент,

ГАПОУ РС (Я) «Алданский политехнический техникум»,

г. Алдан

E-mail: aldan_politeh@rambler.ru

Научный руководитель:

преподаватель ГАПОУ РС (Я) «Алданский политехнический техникум»

Лопасова О. И.

Введение

За последние годы проблема мусора из мелко бытовой почти успела превратиться в политическую. Настолько достали жителей окрестных городов и поселков крупные свалки. Как все-таки можно решить проблему «мусорного ветра» радикальным образом? - Нельзя поощрять ситуацию, - подчеркнул президент России в разговоре с министром природных ресурсов и экологии Сергеем Донским, - когда в одном месте полигон закрывают, а в другое место, в совершенно неконтролируемом масштабе, начинают свозить, на неподготовленные площадки, опять рядом с жильём и так далее. Это вызывает абсолютно законную негативную реакцию людей. Так, у нас в Алдане свалку за 26 пикетом, которая находилась почти в черте города засыпали, открыв новую в районе 300 метров от города.

Актуальность.

Одной из задач, которая стоит при нормальном проживании населенных пунктов, является чистота сохранения среды проживания, экологическая сохранность данного ландшафта, которая должна обеспечивать: надежное проживание людей; возможность создания новых рабочих мест, не только данного населенного пункта, но и близ лежащих поселков, а также промышленных предприятий и бизнеса. Развитие инфраструктуры города путем строительства электрической сети и подъездных дорог к заводу. Сейчас это достигается вывозом всевозможных (не рассортированных)

мусорных отходов. Недопустимо создание новых полигонов – свалок, так как они загрязняют окружающую среду, «отбирают» у уникальной якутской природы большие территории на многие годы, создают комфортную среду проживания различным паразитам.

Учитывая все это, применение новых технологий по созданию мусороперерабатывающего завода, должно обеспечивать простоту, невысокую стоимость выполнения работ, сохранять высокий уровень безопасности людей весь период службы, сохранять уникальность нашей природы, а также создаст дополнительные рабочие места для неквалифицированных рабочих показанного в бизнес плане.

Цель данной работы:

Показать и доказать возможность, и необходимость, строительства мусороперерабатывающего завода при обеспечении безопасности, надежности, долговечности сохранения экологической обстановки населенных пунктов.

- 1) Показать необходимость строительства мусороперерабатывающего завода.
- 2) Показать возможность данного строительства.
- 3) Продемонстрировать безопасность, надежность, практичность строительства мусороперерабатывающего завода в г Алдане с использованием бизнес плана

Алгоритм действий:

Начнем с методов утилизации:

1. Компостирование - метод утилизации, основанный на естественном разложении органических материалов. В СССР было построено множество заводов, но прекратили они функционировать из-за большого количества тяжелых металлов в мусоре. Сегодня технологии компостирования в России сводятся к сбраживанию неотсортированного мусора в биореакторах. Полученный продукт нельзя использовать в сельском хозяйстве, поэтому он находит применение тут же, на свалках — им покрывают отходы.

2. Сжигание ТБО. Этот метод утилизации считается эффективным при условии, что завод оснащен высокотехнологичным оборудованием. Из отходов вначале удаляют металлы, аккумуляторы, а также пластик.

3. Пиролизом называют сжигание мусора в специальных камерах, препятствующих доступу кислорода.

Довольно перспективным способом утилизации является засыпка полигона, который применяется в Алдане. Однако следует помнить, что для этих целей подойдет лишь специально сконструированный полигон, который в последствии будет ни для чего не пригоден.

Преимущества есть у каждого из методов переработки мусора, но все упирается в стоимость установок, чем эффективнее и выгоднее метод утилизации, тем дороже его установка и длиннее срок окупаемости.

Несмотря на эти недостатки, государство стремится реализовать проекты по эффективной и безопасной переработке мусора, понимая, за этими технологиями будущее.

Мусороперерабатывающий завод — это комплекс технических устройств, позволяющий разгружать переполненные отходами свалки и получать новые изделия. Сегодня проблема складирования мусора на свалки, в нашей стране, достигла своего «апогея». Поэтому вопрос создания мусороперерабатывающих заводов крайне

актуален. Чтобы вместилось все оборудование мини-завода, нужно найти помещение площадью не менее 500 м². Отличным вариантом расположение вблизи со свалкой. Оптимальным местом размещения завода является северо-западная часть г. Алдан в районе размещения полигона ТБО.

Выбор данного места обусловлен максимальной приближенностью к источнику сырья для переработки, и наличием необходимых для этого коммуникаций (подъездных путей, сетей электроснабжения, сетей тепло и водоснабжения), также имеется наличие полигона для захоронения не перерабатываемых отходов (шлак, строительный мусор и т.д.)

Помимо бытовых отходов на заводе предлагается перерабатывать отходы от крупных промышленных предприятий таких как АО «Полюс Алдан», ПАО «Селигдар», АО «ЖДЯ», АО «ДРСК» и др., а именно утилизация масел и других горюче-смазочных материалов, автомобильных покрышек, твердых бытовых отходов, бумаги, отходов от лесопереработки и других отходов производства. Также предлагается утилизация бытовых отходов от близлежащих поселков Ленинский и Лебединый

Стандартный набор мусороперерабатывающего мини-завода методом сжигания
ТБО.

Чтобы организовать собственное производство по переработке и утилизации отходов, понадобится приобрести и установить следующее оборудование:

1. сортировочная линия;
2. шредер – измельчитель (стекло, макулатура, твердые фракции мусора);
3. пресс или компактор;
4. бункер или контейнеры для хранения отходов.

Чем более продвинут завод, тем больше на нем различных приспособлений и машин для переработки, можно купить дополнительно оборудование.

Мусороперерабатывающий завод имеет пользу:

1. он внесет колоссальный вклад в уничтожение большого количества отходов;
2. крупные компании района и бизнес будут пользоваться услугами завода, а не складировать отходы в лесу или карьерах;
3. поэтому будет экологический выигрыш в регионе;
4. способствует экономии денежных средств предприятий и сохранению природных ресурсов. За счет переработки планируется увеличение грузоперевозок;
5. это влечет развитие железнодорожного и автомобильного транспорта, а также малого бизнеса в сфере перевозок;
6. возможно увеличение отопительных мощностей за счет работы завода;
7. он предоставит рабочие места населению.

Строительство завода зависит от количества населения и предприятий, которые он будет обслуживать.

Мини-заводы по переработке отходов - это непростой бизнес, но он приносит хорошую прибыль и при этом практически не имеет конкурентов на рынке.

Так в г. Алдане, после переработки мусора из вторичного сырья, можно наладить производство:

- А) паллетов и МДФ панелей (переработка древесных отходов);
- Б) бумажных лотков для яиц (переработка бумаги);

В) резиновых покрытий для спортплощадок и тротуаров (переработка автомобильных покрышек);

Г) переработка ГСМ и др.

Повысится экономическая целесообразность г. Алдана. Использование вторичного сырья способствует экономии денежных средств предприятий и сохранению природных ресурсов, а также налог отчислением в местный бюджет.

Финансирование

Данный проект выставляется на торги по финансированию. Гарантом могут выступать социальные партнеры:

1. ООО «ОСРП», что обусловлено рядом преимуществ, а именно данная организация занимается утилизацией мусора в г. Алдан, уменьшение затрат на основные фонды и обслуживающий персонал (рабочие технических специальностей и ИТР);

2. Крупные предприятия: АО «Полюс Алдан», ПАО «Селигдар», АО «ЖДЯ», АО «ДРСК» и др., управление заводом осуществляется через совет директоров данных предприятий;

3. ТОР (территория опережающего развития).

Заключение

Строительство мусороперерабатывающего завода положительно скажется на улучшении экологической обстановки в регионе, уровне жизни населения и экономическом развитии региона и республики в целом.

Также, отработав пилотный проект в г. Алдане, полученный опыт возможно использовать в других городах республики и страны в целом.

Предложение о рассмотрении по созданию мусороперерабатывающего завода для экологической безопасности инфраструктуры города. Вынести на президиум депутатов районного совета, а затем на сессию.

Данный проект выставляется на торги по финансированию. Гарантом могут выступать социальные партнеры, указанные выше.

Список литературы:

1. <http://promtu.ru>.
2. <http://to-biz.ru/pererabotka-musora-otxodov-kak-biznes-v-rossii/>.
3. <http://bmpa.ru/musoropererabatyvayushchiy-zavod?yclid=6669173488177401713>.
4. <http://cn-redbridge.ru/equipment/utilization/musor>.
5. <http://xn----8sbcgjdncfzvfhfb7cc6c6l.xn--p1ai/biznes-plany-rukovodstva/proizvodstvo/biznes-plan-otkrytiya-musoropererabatyvayushchego-zavoda/>
6. Генеральный план города Алдан
7. Материалы с предприятия ОСРП г Алдан
8. Материалы охранной фирмы «Флагман» г Алдан.

Способ переработки дисперсного минерального сырья

*Иванов Н.Н., студент
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова
г. Якутск
E-mail: vasianz@mail.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент Михайлов В.Е.*

Изобретение относится к плазменной технологии в металлургическом производстве, а именно к способам и устройствам для переработки дисперсных материалов и может быть использовано для получения чистых элементов.

Известен способ получения порошков тугоплавких металлов, заключающийся в плазменном восстановлении их из оксидов, включающем введение порошкообразного материала в плазменную струю, испарение его в плазменной струе и конденсацию (см. Плазменная газификация и пиролиз низкосортных углей. М. - 1987. - С. 59-71).

Недостатки известного способа заключаются в малой производительности и отсутствии возможности комплексной переработки многокомпонентного сырья.

Известно устройство для плазменного переплава материалов, содержащее плазматрон, каналы для подачи дисперсного материала, тигель из тугоплавкого материала, причем тигель соединен с анодом плазмотрона (см. ЕР №0415858, кл. Н05Н 1/42, опубл. 25.01.95). При этом устройство характерно недостаточной эффективностью плазменной переработки по причине низкого КПД расплавления дисперсных материалов.

Задачей, на решение которой направлено заявляемое изобретение, является повышение эффективности плазменной переработки дисперсного минерального сырья в металлургии.

Технический результат, получаемый при осуществлении изобретения, заключается в получении способа переработки дисперсного минерального сырья и конструкционного решения плазменного реактора для его осуществления, при котором обеспечивается непрерывная подача исходного дисперсного порошка и невосстановленного сырья в восстановительную камеру во время всего процесса переработки. В результате достигается полное восстановление сырья за счет увеличения времени ее нахождения в реакторе, что достигается тороидальной формой камеры и тангенциальным дутьем плазмотронов.

Для решения поставленной задачи способ переработки дисперсного минерального сырья, заключающийся в плазменном восстановлении их из оксидов, включающий введение порошкообразного материала в плазменную струю, испарение его в плазменной струе и конденсацию, отличается тем, что сырье и восстановительный газ подают в перпендикулярном плазменному потоку направлении, а невосстановленное сырье направляют по замкнутому каналу до момента окончательного восстановления и конденсации металла. При этом плазменный тороидальный реактор для переработки дисперсного минерального сырья, содержащий, по меньшей мере, два плазмотрона, каналы для подачи дисперсного материала, тигель из тугоплавкого материала, причем, тигель соединен с анодом плазмотронов, отличается тем, что восстановительная камера

объединена с циркуляционной камерой, в которой дополнительно выполнены каналы для подачи сырья в перпендикулярном плазменному потоку направлении.

Сопоставительный анализ признаков заявленного решения, с признаками ближайших аналогов, свидетельствует о соответствии заявленного решения критерию «новизна».

Совокупность признаков изобретения обеспечивает решение заявленной технической задачи, а именно, максимально полную переработку минерального сырья.

Предложенный способ и конструкция плазменного реактора способствуют непрерывной подаче исходного дисперсного порошка и невосстановленного сырья в восстановительную камеру во время всего процесса переработки. При этом существенные отличительные признаки новых технических решений заключаются в подаче сырья в плазменную струю в перпендикулярном направлении по замкнутому каналу, а в конструкции плазменного реактора – в выполнении циркуляционной камеры и каналов для подачи дисперсного порошка.

Заявленное техническое решение иллюстрируется чертежом, где на фигуре 1 схематически показан общий вид плазменного реактора, фигуре 2 – схема устройства реактора в разрезе, фигуре 3 – схема движения невосстановленного сырья по замкнутому каналу циркуляционной восстановительной камеры в процессе восстановления.

Плазменный реактор состоит, по меньшей мере, из двух плазмотронов 1, тугоплавкого тигеля (желоба) 7, каналов подачи дисперсного порошка 3, восстановительной и циркуляционной камеры 2, газоотводящих каналов 6, бункера для дисперсного порошка 4 и несущей рамы 5 (см. фиг. 1).

Работа плазменного реактора при переработке дисперсного минерального сырья осуществляется следующим образом.

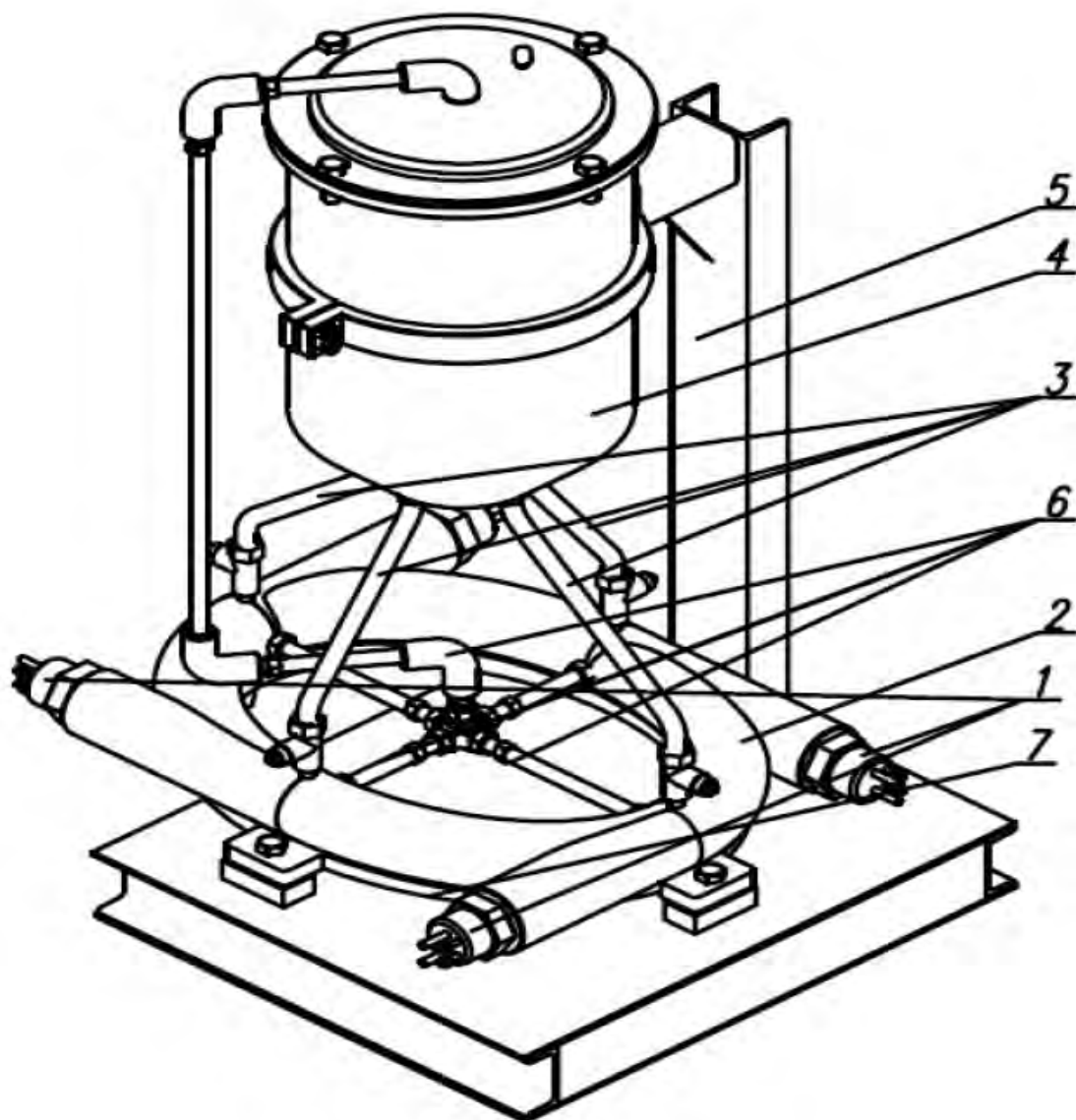
Подготовка дисперсного минерального сырья и восстановительного газа осуществляется известными способами. После поджигания плазмотронов 1, в восстановительную камеру 2 реактора, непосредственно в плазменную струю, в перпендикулярном к ней направлении подается дисперсное минеральное сырье в виде порошка. В восстановительной камере 2 происходит реакция восстановления при высокой температуре, восстановленный элемент под действием динамического давления плазмы, через прорезь, выходит за пределы камеры и попадает в желоб 7, откуда и ведется сбор конечного продукта (см. фиг. 2). А часть невосстановленного сырья продолжает движение по замкнутому торообразному каналу циркуляционной восстановительной камеры 2 до полного восстановления (см. фиг. 3.).

Восстановительная камера связана газоотводящими каналами 6 с насыпным бункером 4, за счет чего, в последнем создается повышенное давление, что способствует более равномерной и постоянной подаче дисперсного порошка из бункера, т.к. превышение давления в бункере над давлением в камере позволяет порошку непрерывно поступать в камеру. При этом устройство снабжено предохранительным клапаном, который выпускает газы в случаях превышения предельного давления в бункере.

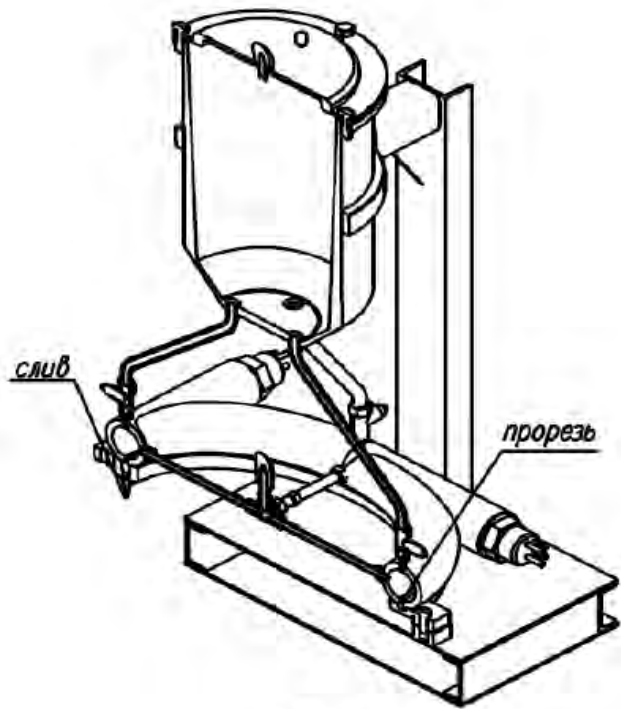
Использование предлагаемого способа переработки дисперсного минерального сырья и конструкции плазменного реактора позволяет максимально полно переработать минеральное сырье за счет непрерывной подачи дисперсного порошка и невосстановленного сырья непосредственно в плазменную струю. Кроме того, подача в

струю в перпендикулярном направлении по замкнутому циклу позволяет достигать максимальную теплопередачу от плазмы к восстановленному элементу и, как результат, обеспечить повышение эффективности переработки дисперсного минерального сырья.

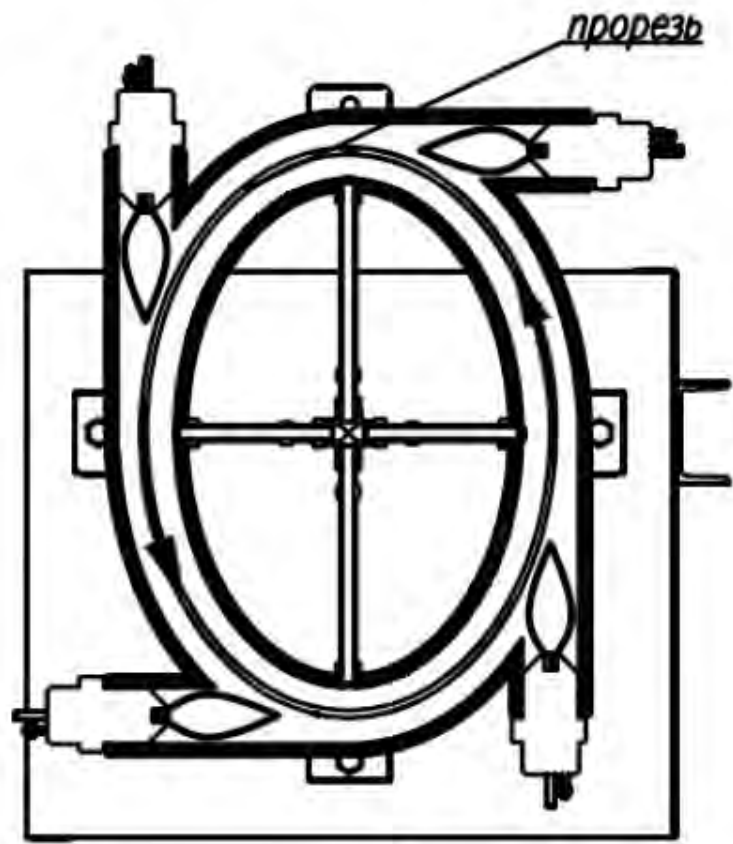
Способ переработки дисперсного минерального сырья и
плазменный реактор для его осуществления



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Оптимизация анкерного крепления кровли горных выработок на шахте «Денисовская»

*Иванов Э.А., студент,
Технический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова,
г. Нерюнгри*

*E-mail: eduardwoodstock@gmail.com
Кирейченков А.А., вед. инженер-технолог,
ООО УК «Колмар»,
г. Нерюнгри*

*Научный руководитель:
д.т.н., к.г.-м.н., профессор, Гриб Н.Н.*

В качестве основы для расчета параметров анкерной крепи принималось Приложение №13 Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах», 2015 г. [6]. Данное приложение ориентировано на расчет параметров анкерной крепи коротких очистных забоев, в том числе при камерно-столбовой системе разработки, применяемой в условиях шахты «Денисовская».

Для расчета параметров анкерной крепи взяты данные по трем исследуемым участкам из двенадцати. Участки выбирались на основании результатов оценки фактических физико-механических свойств, а также выявления зон расслоений и трещиноватости массива горных пород [7]. Т.е. с наиболее благоприятными условиями, наименее благоприятными, а также на максимальной глубине от поверхности. На основании полученных данных были выбраны следующие участки:

–Участок 1 – сопряжение штрека №3-3 с разрезной печью №3-21 (кern №4). Данный участок был выбран для расчета параметров анкерной крепи как участок с наиболее благоприятными условиями ведения горных работ, так как по всей длине исследуемого керна (на глубину 7 м) отсутствуют нарушения целостности массива пород;

–Участок 2 – сопряжение штрека №13-4 с разрезной печью №13-3 (кern №8). Данный участок был выбран для расчета параметров анкерной крепи как один из участков, наиболее подверженных образованию отслоений и вывалов за счет уже имеющихся расслоений, распространяющихся на глубину до 4,8 м;

–Участок 3 – сопряжение штрека №13-5 с разрезной печью №13-30 (кern №10). Данный участок был выбран для расчета параметров анкерной крепи, так как находится на максимальной глубине (240 м) от поверхности из всех проведённых выработок.

Учитывая опыт работы шахты «Денисовская» по схеме крепления с установкой сталеполлимерных анкеров $L=2,2$ м с расстоянием между рядами 1,0 м (см. Приложение 4), а также принимая во внимание Приложение №13 «Инструкции ...» [6] и задачу по оптимизации уже существующих параметров анкерной крепи с учетом фактических горно-геологических условий, был разработан данный вариант крепления горных выработок. Суть данного варианта изложена в таблице 1 на рис. 1 и 2.

Основной ряд анкеров в выработках шириной 6,0 м рекомендуется устанавливать в сочетании с общим опорным элементом типа швеллер №8 при проходке линейной части горных выработок.

При засечке сопряжений горных выработок шириной 6,0 м необходимо обеспечить плотность установки анкерной крепи не менее 0,7 анк./м² (п. 2 прил. 16 [6]). Согласно п. 17, 18 Приложения №15 «Инструкции...» [6]) анкерную крепь рекомендуется усиливать дополнительными анкерами в сочетании с индивидуальными опорными элементами.

Усиление крепи сопряжений примыкающих выработок шириной 6,0 м следует производить в течение 1 суток с момента их формирования. Крепь сопряжений с ответвлением и пересечением горных выработок должна быть усилена заблаговременно до начала его формирования.

Расчет параметров анкерной крепи кровли сопряжений выработок выполнялся в соответствии с требованиями Приложения №15 «Инструкции...» [6].

Длина анкеров принята в соответствии с п. 16 и 17 Приложения 15 «Инструкции...» [6].

Шаг установки анкерной крепи на сопряжениях определен в соответствии с п. 1 Приложения 17 «Инструкции...» [6].

$$C_k = (n_k N_{a.k}) / (P_{a.k} B);$$

где $N_{a.k}$ - несущая способность анкерной крепи в кровле выработки, м;

B - ширина выработки, м.

Далее проведена проверка плотности установки анкеров в соответствии с п. 2 Приложения 17 «Инструкции...» [6].

$$C_k = n_k / ПB;$$

где $П$ – требуемая минимальная плотность установки анкеров, равная для кровли средней устойчивости 0,7 анк. /м².

Параметры дополнительных анкеров $L=2,6$ м выбраны в соответствии с п. 18 приложения №15 «Инструкции...» [6]. Так, длина дополнительных анкеров $l_{a,y}$ соответствует длине анкеров, требуемой по расчетным смещениям кровли $U_{кр}$ в продолжение всего срока службы l_{max} , и составляет, для второго типа пород кровли по обрушаемости, 2,6 м.

Определение параметров дополнительных анкеров произведено в соответствии с пп. 17 и 18 Приложения 15 «Инструкции...» [6].

$$P_{к.р} = P_{max} - P_a;$$

где P_{max} – сопротивление анкерной крепи требуемое по расчетным смещениям кровли, $U_{кр}$ в продолжение всего срока службы принимаемое согласно таблице №9 Приложения, кН/м²;

P_a – сопротивление анкерной крепи, принимаемое равным $P_{a.k}$ для крепи линейной части выработок, кН/м².

Согласно п. 3 Приложения №17 по принятому проектному шагу установки

анкерной крепи в кровле, в паспортах крепления с ее усилением дополнительной анкерной крепью, рамами или стойками усиления произведен расчет требуемого на шаг установки крепи количества усиливающих анкеров по формуле:

$$n_{y.a} = C_k B P_{k.y} / N_a;$$

Здесь $P_{k.y}$ принято равным $P_{k.p}$ в соответствии с расчетными для различных сопряжений; N_a принято в расчет согласно их паспортным данным.

При использовании указанной схемы анкерной крепи сопряжений соблюдается условие необходимой плотности установки анкеров первого уровня $\Pi_{\min} - 0,7$ анк./м².

Таблица 1

Плотность установки анкеров на сопряжениях

Схема установки анкеров	Площадь сопряжения, м ²	Количество анкеров на сопряжении, шт.	Плотность установки, анк/м ²
Прямое ответвление В=6,0 м			
Первоначальная схема установки анкеров	90,0	52	0,58
Принимаемая схема установки анкеров (схема установки с двумя дополнительными анкерами между рядами)	90,0	74	0,82
Пересечение выработок В=6,0 м			
Первоначальная схема установки анкеров	180,0	96	0,53
Принимаемая схема установки анкеров (схема установки с двумя дополнительными анкерами между рядами)	180,0	138	0,76

Учитывая технологические особенности применяемого оборудования (анкероустановщики Fletcher), а также результаты обследований выработок в рамках научно-исследовательской работы с оценкой несущей способности, коррозионного износа и работоспособности анкерной крепи в выработках шахты «Денисовская», со сроком эксплуатации анкерной крепи более 5 лет [8], установку крайних анкеров в кровлю допускается производить на расстоянии не более 0,45 м от боков выработки.

Безопасная эксплуатация горных выработок и работоспособность данной схемы анкерного крепления возможны только с полным соблюдением всех вышеуказанных параметров выработок (ширина, высота и т.д.), а также при своевременной установке на сопряжениях дополнительных анкеров усиления.

Для повышения эффективности контроля за порядком установки анкерной крепи, а также с целью исключения человеческого фактора, хвостовики анкеров длиной 2,6 рекомендуется окрашивать цветной краской.

На рисунках 1 и 2 приведены схемы крепления горных выработок в сопряжениях. Где синим цветом обозначена зона крепления сопряжения, а розовым – дополнительные анкеры.

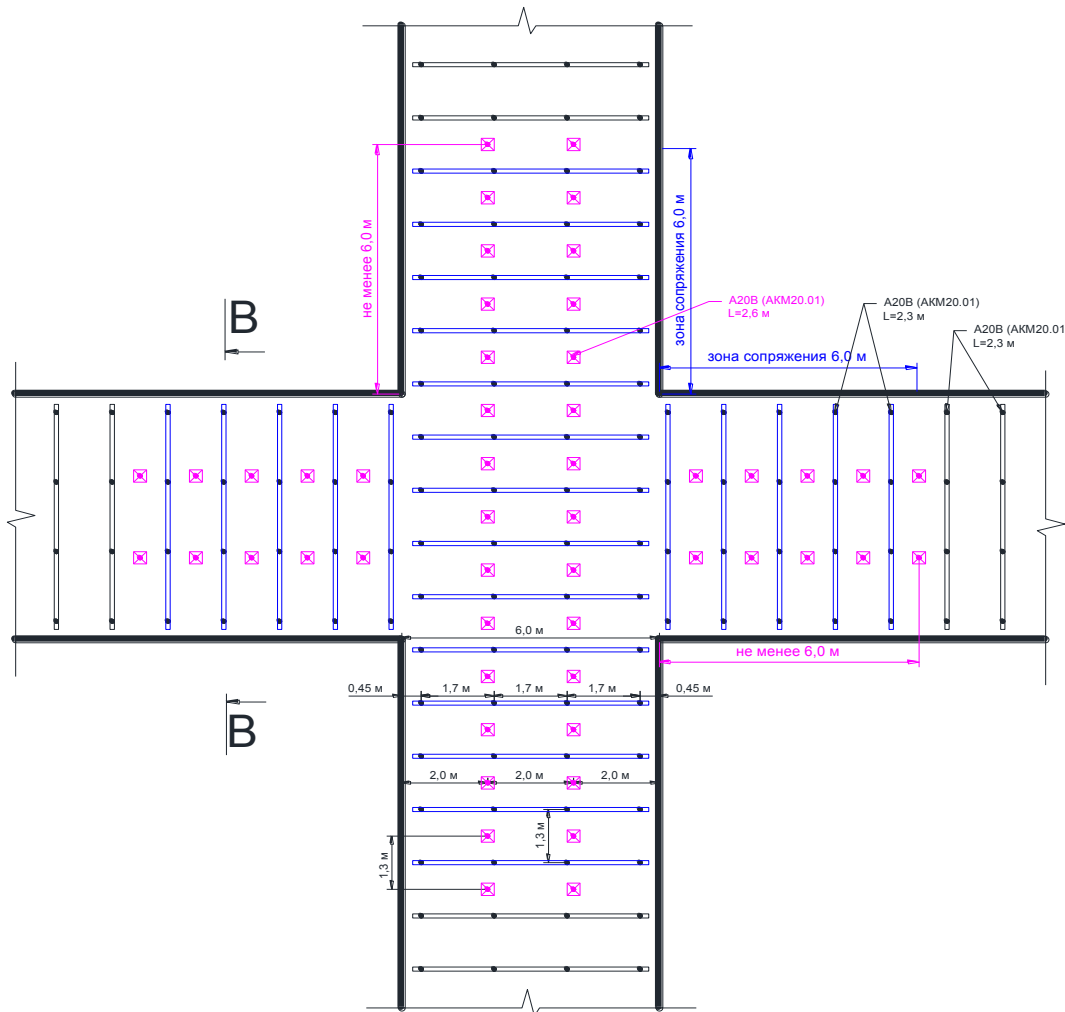


Рис. 1 - Крепление кровли сопряжения выработок $B = 6,0$ м на глубине от поверхности $H = 240$ м

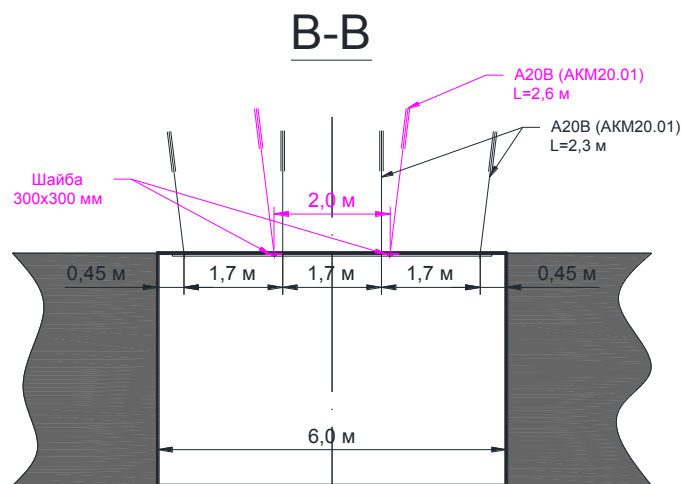


Рис. 2 - Крепление кровли сопряжения выработок $B = 6,0$ м на глубине от поверхности $H = 145$ м, 160 м

Список литературы:

1. А.Б. Макаров «Практическая геомеханика. Пособие для горных инженеров». – М.: Издательство «Горная книга», 2006. – 391 с.: ил.
2. Bieniawski, Z. T. 1973. “Engineering Classification of Jointed Rock Masses,” Transactions of the South African Institution of Civil Engineers, Vol. 15, No. 12, pp. 335-344.
3. Bieniawski Z.T. 1989. Engineering Rock Mass Classifications. Wiley, New York. 251 p.
4. Grimstad, E., Barton, N. & Løset, F. 1993. Rock mass classification and NMT support design using a new Q-system chart. World Tunnelling, September 1993.
5. Бенявски З. Управление горным давлением: Пер. с англ. – М.: Издательство «Мир», 1990. – 254 с., ил.
6. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах», сер. 05, вып. 42, 2015 год.
7. «Отчет о результатах исследования вмещающих пород горных выработок шахты «Денисовская», Кемерово, ООО «РАНК 2», 2015 г.
8. «Отчет по результатам научно-исследовательской работы с оценкой несущей способности, коррозионного износа и работоспособности анкерной крепи в выработках шахты «Денисовская», со сроком эксплуатации анкерной крепи более 5 лет», Кемерово, ООО «РАНК 2», 2015 г.
9. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах», сер. 05, вып. 40, 2014 год.
10. Горная теплофизика [Электронный ресурс]: учебное пособие / П.Ю. Кузнецов, Ю.Н. Скоморошко, Н.Н. Гриб. – Электрон.дан. и прогр. (9 Мб.). – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018, - 126 с. – ЭБС «IPRbooks»

Текстильные отходы: переработка и нерешенные проблемы

*Иванова О.Г., студент Института естественных наук
Герасимова Л.В., зав.лабораторией УНЛ «Экотехнополис»
Северо-Восточный федеральный университет им М.К. Аммосова,
г. Якутск
E-mail: ekotexnopolis@gmail.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., декан факультета лесного комплекса и землеустройства ЯГСХА
Слепцова М.В.*

Актуальность исследования. Текстильная промышленность занимает лидирующие позиции в мировом рынке легкой промышленности. А их объемы с каждым годом увеличиваются, поэтому отходы от текстильной промышленности тоже не отстают. Без одежды и вещей текстильной промышленности мы бы не выжили в этом суровом и холодном мире, как и без света, воды и тепла. В нашем современном мире мы даже представить себе не можем, как бы мы жили без них. Благодаря работе текстильной промышленности работают и другие отрасли производства, такие как

мебельная, авиационная, машиностроительная, химическая, пищевая промышленность и другие. Все промышленности тесно связаны между собой [1].

Объектом исследования являются текстильные отходы.

Цель работы: изучение проблемы отходов текстильной промышленности и пути их решения.

С самого начала своего существования текстильная промышленность являлась опасной для здоровья людей и окружающей среды, так как на производстве тканей применяются различные химические вещества и красители. Также производство текстиля является одной из основных причин загрязнения почв тяжелыми металлами. А попадая на свалку, текстильные изделия загрязняют окружающую среду тем, что при разложении выделяют токсичные вещества. Поэтому использование отходов из вторичного сырья для изготовления новых вещей защитит природную среду и сэкономит ресурсы.

Текстильные отходы можно разделить на два вида:

1. Текстильные отходы производства - это отходы технологических процессов производства: волокна, пряжи, нитки, лоскуты, обрезки тканей и швейных изделий.

2. Текстильные отходы потребления – это отходы, состоящие из бывших в употреблении изделий из текстиля: изношенная спецодежда, скатерть, покрывала, постельное белье, шторы, гардины и др., образующиеся на промышленных предприятиях, в сфере общественного питания, в медицинских учреждениях, в детских садах и т.д.

И распределить на четыре основные группы:

1 группа - волокнистые отходы производства, характеризующиеся высоким качеством, которые не выходят за стены предприятий, где они образуются, а подлежат переработке в основную или дополнительную продукцию без применения специального оборудования.

2 группа - текстильные отходы производства, которые не могут быть переработаны на тех предприятиях, где они образуются, а подлежат отправке на специальные фабрики по переработке вторичного сырья. На этих фабриках после резки и разволокнения они перерабатываются в нетканые материалы различного назначения или в более простую по технологии изготовления продукцию в виде пакли и ваты.

3 группа - текстильные отходы производства и потребления, состоящие из разных смешанных волокон, которые из-за отсутствия щипального оборудования не могут быть разволокнены и переработаны в продукцию, а используются как обтирочный материал или просто выбрасываются на свалки.

4 группа - низкосортные отходы производства, такие как подметь и пух из пыльных камер, и отслужившие свой срок промышленные фильтры, очистка и восстановление которых экономически нецелесообразна.

Хочется отметить, что текстильные отходы в процессе своей переработки проходят несколько стадий, таких как дезинфекция, обеспыливание, сортировка, стирка, химчистка, резка, замасливание и разволокнение [2].

Из текстильных отходов изготавливают нетканые полотна, тепло- и звукоизоляционные материалы, техническую, швейную и мебельную вату, паклю, обтирочные материалы, фильтровальные ткани. В основном для рециклинга отбирают синтетические волокна, которые лучше всего для этого подходят.

Все более возрастающий спрос на ткани увеличивают объемы производства, который ставит вопрос о переработке и утилизации отходов от текстильного производства. Основным способом выхода из ситуации мы видим во внедрении безотходной технологии в производственный процесс. Необходимо внедрить новые технологии по использованию вторичных текстильных материалов, которые не подлежат дальнейшей переработке. Например, получение многослойных рулонных материалов, текстильных настенных покрытий, огне-термостойкой ткани для спецодежды пожарных, сварщиков, а из отходов шерстяного производства изготавливать нетканый материал в качестве утеплителя для садовых домиков, беседок и летних веранд.

Надо постепенно перенимать опыт у других развитых стран, которые давно используют безотходную технологию в своем производстве. Например, из низкосортных отходов хлопка (пух), которые в России просто выбросили бы на свалку, они изготавливают пряжу. Даже восстановленная шерсть из отходов шерстяной промышленности вторично используется в Нидерландах, в Италии, в Японии, в США и во Франции и составляет не менее 30% от общего баланса сырья. А в Польше и Венгрии из отходов льноволокна изготавливают изоляционные панели, облицовочные плиты и материалы для полов. В Бельгии и Германии из отходов переработки льна и конопли выпускают строительные плиты, из отходов ковровой промышленности сумели изготовить плиты методом прессования [3].

Все текстильные изделия изготавливаются для удовлетворения материальных потребностей человека, они очень важны, но после их изнашивания и приведения в негодность, то будь порванная одежда или выцветшая ткань, или ненужная одежда, у которой прошла мода, сразу отправляются на свалку. А ведь мы сами можем помочь сократить их количество, просто применив немного собственных усилий, терпения и труда. Из остатков тканей, кожаной одежды, шерстяных изделий можно сделать сумку или сидухи, чехлы для стульев или красивые наволочки для подушек, покрывало из лоскутков одежды на дачу, все это зависит от вашей фантазии и идей. Нам самим нужно внести свою хоть и маленькую лепту в заботе о природе, надо начать с себя, тогда бы мы все вместе смогли сделать мир и окружающую среду чуть-чуть лучше и чище. Ведь забота о природе – наше с вами будущее!

Список литературы:

1. Утилизация и переработка отходов. [Электронный ресурс]. URL: <https://greenologia.ru/othody/tekstil>
2. Текстильные отходы. [Электронный ресурс]. URL: <http://recyclers.ru/modules/section/item.php?itemid=190>
3. Герасимович Е.М. Проблемы и перспективы вторичной переработки отходов текстильной промышленности // Журнал «Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук». Москва, 2016. - №5-1. - С.79-81.

Сбор и утилизация батареек в городе Якутске

*Кейметинова В.П., студент Института естественных наук
Герасимова Л.В., зав.лабораторией УНЛ «Экотехнополис»
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,
г. Якутск
E-mail: ekotexnopolis@gmail.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., декан факультета лесного комплекса и землеустройства ЯГСХА
Слепцова М.В.*

Актуальность исследования. Батарейки – недорогой источник питания, который имеет широкое применение. В современном мире без батареи ничто не используется, будь то детская игрушка-машинка или кухонные весы, или часы над камином, везде требуется источник питания. Поэтому во всем мире для нужд человечества каждый час выпускают более 1 500 000 батареек, чтобы обеспечить весь этот объем потребности. А сколько из них правильно утилизируется - никто не может подсчитать, так как их попросту выбрасывают вместе с бытовыми отходами. А большинству жителей планеты неизвестно что в батарейках содержится множество различных химических соединений металлов - ртуть, никель, кадмий, свинец, литий, марганец и цинк, которые имеют свойство накапливаться в живых организмах, в том числе и в организме человека, и наносить существенный вред здоровью.

Ядовитые вещества из батареек, проникают в почву, в подземные грунтовые воды, затем попадают в реки и озера, из которых мы пьем воду, не думая, что вредные химические соединения (из батарейки, выброшенной в мусоропровод) с кипячением не исчезают. И, кроме того, актуальность обусловлена недостаточным информированием населения Якутска о действиях по сбору и утилизации отработанных батареек.

Объектом исследования является пальчиковая батарейка.

Цель работы: изучение влияния пальчиковой батарейки на окружающую среду.

Задачи исследования:

1. Изучить классификацию и состав батареек.
2. Изучить литературу и материалы интернет ресурсов по теме исследования.
3. Описать влияние батареек на окружающую среду.
4. Построить этап сбора батареек в г. Якутске.

Утилизация батареек должна происходить согласно санитарным нормам в специализированных контейнерах. На каждой батарейке указано, что его нельзя выкидывать вместе с обычными бытовыми отходами. По нашим подсчетам выходит, что в каждой семье найдется не менее тридцати источников питания, которые используют различные виды батареек. Но многие в нашем городе Якутске не придерживаются условий утилизации этих самых источников питания, так как отсутствует обычный пункт приема использованных батареек.

На первый взгляд, пальчиковые батарейки выглядят вполне безобидно. Даже их небольшой размер заставляет усомниться, что утилизация использованных батареек является необходимой мерой. Чтобы понять, что опасного таят в себе эти миниатюрные источники питания, следует поближе ознакомиться с их строением и химическим

составом. Во-первых, корпус элемента питания абсолютно безопасен. Он выполнен из металла, который полностью изолирует содержимое до тех пор, пока оболочка не подверглась коррозии. Во-вторых, внутренняя часть и есть местонахождение опасных химических элементов, нейтрализовать которые позволяет переработка батареек. В каждой из них есть анод – порошок цинка, который пропитан электролитом и катод – двуокись магния в смеси с двуокисью титана. Вот они-то и опасны для окружающей среды. Классификация по ним осуществляется в зависимости от внутреннего состава - электролита: солевые, щелочные, литиевые, серебряные, ртутные. В состав батареек входит не менее десяти химических высокотоксичных элементов и растворенных тяжелых металлов – литий, ртуть, свинец, кадмий. Утилизация литиевых и ртутных источников питания в мусорные баки для твердо-коммунальных отходов абсолютно непозволительна [1].

А вот вопрос, почему нельзя выбрасывать батарейки вместе с бытовыми отходами, неспроста настолько важен. Представьте себе, что одна миниатюрная пальчиковая батарейка может загрязнить 20 м² почвы вокруг себя. А химические вещества загрязняют не только почву, растительный мир вокруг, но и просачиваются в грунтовые воды, испаряются в воздухе и постепенно отравляют наш с вами организм.

Для полной наглядной картины следует объяснить пути отравления окружающей среды и тем самым самого человека:

1. Рано или поздно корпус элемента в окружающей среде разлагается, что приводит к выбросу токсических веществ в природу, то есть в почву и воздух. А уже через нее вредные химические вещества попадают в грунтовые воды, а потом и в поверхностные водоисточники – реки и озера, оттуда по трубопроводам вода идет в наши с вами дома.

2. На свалках элементы питания подвергаются процедуре сжигания, вследствие чего вместе с дымом диоксины попадают в воздух. Весь окружающий растительный и животный мир поглощает его, а через них яд попадает в человеческий организм. Все яды и токсины, попадающие в организм человека, за долгие годы накапливаются и способны вызвать тяжелые онкологические заболевания [2].

Рециклинг батареек в нашей стране стал доступен недавно, этим занимаются следующие компании ООО «Сибирская Ртутная Компания» (г. Новосибирск) и «Мегаполисресурс» (г. Челябинск).

Основные этапы переработки батареек на заводе происходят в следующем порядке: сначала идет ручная сортировка. Она позволяет распределить изделия в соответствии с их типом. Потом контейнерная линия доставляет элементы питания в дробилку, где происходит их измельчение. А полученное сырье попадает под магнитную ленту, которая отделяет крупные элементы металлического корпуса. Оставшуюся часть подвергают повторному дроблению и отделению железа. Полученная масса содержит электролит и поэтому нуждается в процессе нейтрализации. В результате всех этих гидрометаллургических технологий, сырье разделяют на отдельные компоненты и упаковывают.

В нашем городе Якутске стоит проблема сбора батареек для отправки их в утилизацию. Для этого необходимо создать постоянные пункты приема - урны для сбора батареек, чтобы в дальнейшем сотрудничать с заводами по переработке батареек. Урны удобнее будет расположить в торговых центрах по пять ящиков на каждый округ города Якутска. Также нужно привлечь инициативных жителей Якутска к сбору

батареек, информировав их как это делать. Надо будет выполнить несколько простых этапов сбора:

1. Поставить в своем подъезде коробку для сбора использованных батареек, куда будут бросать свои батарейки все жильцы подъезда. Можно взять любую подходящую коробку из гофрокартона, также очень хорошо подходит пластиковая пяти или шести литровая бутылка. Для информативности на коробке или бутылке можно приклеить надпись: «ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ БАТАРЕЕК».

2. Нужно повесить на самом видном месте или в специальной информационной доске подъезда объявление о сборе батареек.

3. Собранные батарейки нужно хранить в сухом прохладном месте при комнатной температуре, пока не наберется достаточного количества и потом уже отвезти их в пункт приема [3].

В г. Якутске принимает магазин «Планета Электро» по адресу: ул. Автодорожная, 11а и ул. Бестужева-Марлинского, 64/1, который потом вывозит в г. Челябинск или сдать их во время экологической акции «Эко-фест. Раздельный сбор», который ежегодно проводится в г. Якутске.

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод о том, что вред батареек для окружающей среды весьма велик. Но, так как в России нет соответствующих условий и государственной поддержки для инициативных граждан, и наше общество мало уделяет внимания проблеме загрязнения окружающей среды, поэтому мы сами должны начать заботиться о здоровье будущего поколения и сделать мир чище!

Список литературы:

1. Правильная утилизация батареек. [Электронный ресурс]. URL: <https://vtorothodi.ru/pererabotka/pravilnaya-pererabotka-batareek>
2. Касьян А.А. Современные проблемы экологии.- М.: Онега, 2001 г.
3. «Сдай батарейку - спаси планету». [Электронный ресурс]. URL: www.сдайбатарейку.рф

Сравнительный анализ таксономического состава диатомовых водорослей озер Сутуруоха и Ожогоино (бассейн реки Индигирка)

*Кононова Е.П., студент,
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,
г. Якутск*

*Соавторы: Давыдова П.В., вед. инженер Биом ЭГО ИЕН СВФУ,
Левина С.Н., м.н.с, Биом ЭГО ИЕНМВФУ,
E-mail: kononovadusya@gmail.com*

*Научный руководитель:
д.г.м., г.н.с., Пестрякова Л.А.*

Аннотация: Статья знакомит с исследованием диатомового состава озер бассейна реки Индигирка. Также в данной работе приведены данные о методике и анализе диатомовых водорослей озер Ожогоино и Сутуруоха по эколого-географической структуре и биоиндикационной оценке качества воды.

Ключевые слова: диатомовые водоросли; озеро Ожогоино; озеро Сутуруоха; Аллаиховский район; Абыйский район; река Индигирка

Район исследования. В данной работе нами выполнено сравнение эколого-таксономического состава диатомовых водорослей поверхностных осадков двух крупных озер, расположенных в среднем течении бассейна реки Индигирка. Первое озеро Ожогоино (69°15' с. ш. 146°39' в. д.) расположено в Абыйской низменности (Среднеиндигирской) у южных склонов Полоусного кряжа и является ресурсным резерватом с 1996 года Республики Саха (Якутия). Второй объект – оз. Сутуруоха (69° 09' с.ш., 145° 23' в.д.) находится на юго-западной части от оз. Ожогоино в 35 км рисунок 1. Оба озера являются крупными водоемами в среднем течении р. Индигирка [Пестрякова и др., 2015].



Рис. 1. Карта-схема местонахождения озер

Озеро Ожогоино - является одним из пресноводных водоемов Якутии и занимает 81-ое место в России по площади водного зеркала, которая составляет 157 км². Озеро имеет неправильную овалобразную форму, вытянутую с запада на восток и вытянутую на север. Береговая линия равна 54 км. Максимальная глубина озера равна 15 м (таблица 1) [1].

С озера Ожогоино берет свое начало река Ожогин-Сээнэ, левый приток реки Индигирка. Питание озера зависит от множества мелководных рек и осадков с преобладанием снежного осадка, увеличение уровня воды отмечается в конце весны и начале лета до конца августа.

Озеро Сутуруоха – является одним из крупных озер, площадь водного зеркала которого равна 69 км², в Абыйском районе уступает лишь озеру Ожогоино. В водоем впадает 3 крупных притока, такие как река Менкен, Балаганнах и Кегелях и также берет свое начало р. Сутуруоха, являющимся одним из притоков реки Индигирка. Озеро имеет овальную форму, вытянуто с запада на восток почти на 13 км, длина береговой линии превышает 33 км. Его котловина имеет простое строение, максимальная глубина озера равна 3,5 м (табл. 1) [Пестрякова и др., 2015].

Основные характеристики изученных озер

		Сутуруоха	Ожогино
Высота над уровнем моря, м		42.0	31.0
Площадь зеркала озера, км ²		69.0	157.0
Площадь водосбора, км ²		960	592
Длина береговой линии, км		33.2	54.0
Длина озера, км		12.8	19.3
Ширина, км	Средняя	5.4	6.25
	Наибольшая	7.4	12.02
Глубина максимальная, м		3.5	15.0

Материал и методы. Фактический материал был собран в 2015 и 2019 гг., в рамках полевых работ лаборатории Биом Института естественных наук СВФУ. В данной работе нами выполнен диатомовый анализ поверхностных осадков двух озер (0-1 см) по количественной методике обработки данных, предложенной Н.Н. Давыдовой (1985). Для каждого образца определялся видовой состав диатомей, численность каждого вида (в млн. створок на 1 г воздушно-сухого осадка). Экологическая структура диатомовых комплексов в пробах рассматривалась по 4-м признакам: 1) по преимущественному местообитанию (планктона, обрастателей и донных); 2) по отношению к солености вод (мезогалобы, галофилы, индифференты, галофобы); 3) по отношению к активной реакции среды (алкалифилы, алкалибионты, нейтрофилы, ацидофилы, ацидобионты); 4) по биогеографическому распространению (бореальные, космополиты, арктоальпийские). Сумма створок диатомей принимается за 100 % и содержание отдельных экологических групп выражается по отношению к этой сумме в процентах. Для выявления экологических характеристик и географического распространения диатомовых водорослей были использованы отечественная и зарубежная литература [Генкал, 1992; Лосева, 2000; Kolbe, 1927].

Полученный результат и обсуждение. В исследуемых озерах зарегистрировано всего 79 видов и разновидностей диатомей, относящихся к 38 родам, 23 семействам, к 14 порядкам и 3 классам отдела *Bacillariophyta*: *Coscinodiscophyceae*, *Mediophyceae* и *Bacillariophyceae*.

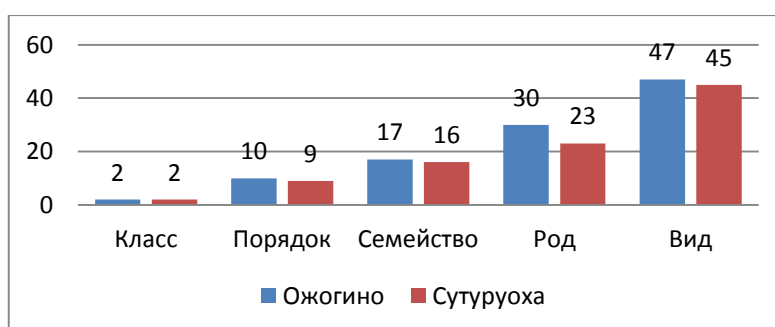


Рис.2 Общее число таксонов различного ранга диатомей изученных озер

В оз. Ожогоно выявлено 47 видов и разновидностей диатомей, относящихся к 30 родам, 17 семействам, к 10 порядкам и 2 классам отдела *Bacillariophyta: Mediophyceae* и *Bacillariophyceae*.

Самым распространенным (составляет более 96 % из общего списка родов) является класс *Bacillariophyceae*, в то время как класс *Mediophyceae* представлен только одним родом *Cyclotella*. Наиболее распространенным порядком является: *Naviculales* (10 родов и 6 семейств), *Cocconeidales* (4 родов и 2 семействам) и *Cymbellales* (6 родов и 2 семействам), оставшиеся порядки имеют по одному семейству.

В оз. Сутуруоха было определено 45 видов, относящихся к 23 родам, 16 семействам, к 9 порядкам и 2 классам отдела *Bacillariophyta: Coscinodiscophyceae* и *Bacillariophyceae*. Также более распространенным является класс *Bacillariophyceae*, в нем также, как и в оз. Ожогоно распространенным является *Naviculales* (7 родами и 6 семействам), *Coscinodiscophyceae* является единичным с одним родом и семейством.

В обоих озерах отмечены неопределенные виды из родов: *Cymbella* (оз. Ожогоно), *Aulacoseira*, *Fragilaria*, *Neidium* и *Surirella* (оз. Сутуруоха).

Совокупность таксонов всевозможного ранга диатомей изученных озер изображено на рисунке 2. Исходя из диаграммы можно прийти к выводу что в обоих озерах выявлена диатомовая флора, относящаяся к 2 классам, видовое разнообразие чуть выше (47) в озере Ожогоно. В целом, общее число таксонов в двух озерах схоже, с немногим преобладанием в озере Ожогоно.

Также хотелось бы отметить те роды, которые имеют большое количество видов в оз. Ожогоно, можно отметить *Planothidium* (6 видов), *Cavinula* и *Amphora* (3 вида) остальные рода имеют 1-2 вида. В оз. Сутуруохе с обширным составом является *Pinnularia* (10 видами), *Staurosira* (4 вида), *Stauroneis* (3 вида) остальные рода также имеют по 1-2 видам.

В таблице дана характеристика эколого-географической структуры диатомовых комплексов по четырем группам признаков (местообитанию, солёности, pH и географическому распространению).

При анализе по местообитанию показало, что в озере Ожогоно преобладают обрастатели (48,9%) (таблица 2). В озере Сутуруоха преобладают донные (56%) из чего следует, что изучаемые водоемы имеют высокую степень прозрачности, т.к. донные являются индикаторами прозрачности. Также следует отметить что в оз. Ожогоно высокий показатель имеют обрастатели, которые являются индикаторами мелководной зоны обильно зарастающих высшими растениями.

Таблица 2

Характеристики экологических предпочтений и географического распространения диатомовых водорослей изученных озер

Показатели	Озера	
	Ожогоно	Сутуруоха
	Местообитание	
Донные	46,8	56
Обрастатели	48,9	33
Планктонные	4,2	11
	Категории галобности	

Мезогалобые	2,1	-
Галофильные	8,5	4
Индифференты	74,5	78
Галофобные	8,5	7
Нет данных	6,3	11
Категории индикаторов рН		
Ацидофильные	6,3	20
Ацидобионтные	-	5
Нейтрофилы	38,2	16
Алкалифильные	48,9	42
Алкалибионтные	-	4
Нет данных	6,3	13
Географическое распространение		
Аркто-альпийский	12,7	2
Бореальные	34	47
Ацидофильные	46,8	42
Нет данных	6,3	9

Анализируя водоемы по галобности *Кольбе* можно отнести к пресноводным водоемам (таблица 2), т.к. в обоих озерах преобладают индифференты, которые предпочитают воды с содержанием солей 0,2 – 0,3 промилей, т.е. с водой средней минерализации. В оз. Ожогоино основными показателями являются виды: *Cavinula cocconeiformis*, *Staurosira venter*, *Staurosirella pinnata*, *Achnanthes laterostrata*. А в оз. Сутуруоха массовыми показателями являются: *Staurosira venter*, *Pseudostaurosira brevistriata*, *Staurosira berolinensis*, *Fragilaria capucina*. Далее следуют галофилы (9%), а в оз. Сутуруоха галофобы (7%)

По отношению к рН в обоих анализируемых озерах с массовой долей отмечаются алкалифилы (таблица 2). Для данных видов характерна щелочная среда обитания. В озере Ожогоино массовыми показателями являются: *Staurosira venter*, *Staurosirella pinnata*, *Achnanthes laterostrata*, *Staurosira pseudoconstruens* и др. А в оз. Сутуруоха массовыми показателями являются следующие разновидности диатомей: *Staurosira venter*, *Staurosirella pinnata* и *Pseudostaurosira brevistriata*, др.

В Ожогоино значительную долю составляют нейтрофилы (таблица 2) к массовым видам относятся *Cavinula cocconeiformis*, *Cavinula pseudoscutiformis*, *Cavinula jaernefeltii*. А в Сутуруохе значительную долю занимают ацидофилы (таблица 2) для которых характерен высокий уровень кислотности.

По географическому распространению в оз. Ожогоино 46,8% составили космополиты (таблица 2), к ним относятся доминантные виды диатомей: *Cavinula cocconeiformis*, *Staurosira venter*, *Achnanthes laterostrata*, *Staurosira pseudoconstruens*. Также значительную долю занимают бореальные виды (34%), для которых характерно распространение в тепловых водах, массовым показателем стали два вида диатомей: *Staurosirella pinnata* и *Cavinula jaernefeltii* другие не превысили численности менее 10.

В сравнении с этим в оз. Сутуруоха большую долю занимают бореальные виды – 47% (таблица 2), индикаторами являются следующие диатомеи *Staurosirella pinnata*, *Staurosira berolinensis* и др. Что значит в изучаемом водоеме преобладают виды,

которым характерно распространение в тепловодной среде. И вторую значительную долю занимают космополиты – 42%, массовыми показателями диатомея можно отметить такие виды: *Staurosira venter*, *Pseudostaurosira brevistriata*, *Sellaphora pupula* и др.

Доминантными (более 10%) видами в озере Ожигино относятся: *Cavinula cocconeiformis* (10,4%), *Staurosira venter* (10%); а к субдоминантам (от 5 до 10%) *Staurosirella pinnata* (7,5%), *Achnanthes laterostrata* (7,2%) и *Staurosira pseudoconstruens* (6,8%). К обычным (от 1 до 5%) относятся 19 видов.

Среди определенных видов озера Сутуруоха к доминантам относятся *Staurosira venter* (18,5%), *Aulacoseira spp.* (15%), *Staurosirella pinnata* (14,7%) и *Pseudostaurosira brevistriata* (14%). К субдоминантам можно отнести только один вид *Staurosira berolinensis* (6,8%), также к обычным относятся 9 видов диатомей.

Оценка качества воды вычисляется по методике Пантле и Букка в модификации Сладечеко, этот метод дает определить состояние водоемов при помощи биологического анализа численными значениями.

После проведенных подсчетов по формуле были получены общие индексы сапробности: у оз. Ожигина равна -1,54; а у оз. Сутуруоха - 1,7. Оба объекта из вычисленных показателей можно отнести к б-мезосапробности или же к умеренно загрязненным озерам, с умеренным уровнем загрязнения.

Выводы.

Во-первых, в сравнение видового разнообразия озер было определено 93 вида диатомея относящимся к 39 родам, 23 семействам, к 14 порядкам и 3 классам, также в оз. Ожигино было выявлено более большое разнообразие среди родов и видов, также общим среди 2 водоемов был класс *Bacillariophyceae*, который занимает 95% от общего списка определенных видов.

Во-вторых, по эколого-географической структуре диатомовых комплексов:

1. Несмотря на то, что озеро Ожигино является глубоководным, пробы для анализа были изъяты из мелководной части озера, что повлияло на массовую долю обрастателей. В озере Сутуруоха массовым является донные формы, который влияет на показатель высокой степени прозрачности.

2. При анализе по галобности Кольбе (по отношению к солёности) в обоих озерах преобладают индифференты с солевой промилей (0,2-0,3), из-за чего следует отнести изучаемые водоемы к средней минерализации.

3. По отношению к рН в обоих анализируемых озерах с массовой долей отмечаются алкалофилы для которых характерна щелочная среда обитания.

4. Показатели по географическому распространению в оз. Ожигино доминирует космополитный вид (46%), который имеет обширное распространение. В оз. Сутуруоха доминантным является бореальные виды (47%), для которых характерны распространения в относительно теплых местах.

В-третьих, биоиндикационной оценкой качества воды был метод Пантле-Букка в модификации Сладечека. Из чего мы отнесли оба водоема к индексу сапробности к мезосапробной зоне или к умеренно загрязненным водам.

Работа выполнена в рамках проектной части государственного задания в сфере научной деятельности Министерства образования и науки РФ по заданию 5.2711.2017/4.6, проекта РФФИ-регион 18-45-140053 р_а «Эволюция природной среды Восточного сектора Арктики в голоцене с применением прокси-индикаторов (на

примере Якутии)», а также в ходе выполнения проекта в рамках проектного финансирования СВФУ им. М. К. Аммосова (приказ 494-ОД от 02.05.2017 г.).

Список литературы

1. Генкал, С.И. Атлас диатомовых водорослей планктона реки Волги / С.И. Генкал. – СПб.: Гидрометиздат, 1992. – 127с.
2. Лосева, Э.И. Атлас пресноводных плейстоценовых диатомей европейского СевероВостока / Э.И. Лосева. – СПб.: Наука, 2000. – 211с.
3. Пестрякова Л.А., Субетто Д.А., Потахин М.С., Фролова Л.А., Ушницкая Л.А., Ядрихинский И.В., Троева Е.И., – Палеолимнологические и палеоэкологические исследования озера Сутуруоха (бассейна реки Индигирки) // Общество. Среда. Развитие. – 2015, № 4. – С. 190–195
4. Kolbe, R.W. Zur Ökologie, morphologie und systematik der brackwasser-diatomeen / R. W. Kolbe. – Pflanzenforschung, 1927. – Vol. 7. – P. 1-146.

Анализ внедрения роботизированной карьерной техники, такой как «БелАЗ 7513R»

**Кунова Я.В., студентка,
«Южно-Якутский технологический колледж»
г. Нерюнгри
yansonlive@gmail.com**

**Научный руководитель:
преподаватель ГАПОУ РС (Я) Южно-Якутский технологический колледж
Питкевич Н.В.**

Добыча полезных ископаемых ведется в сложных и опасных горно-геологических и климатических условиях. Разработка месторождений в условиях Крайнего Севера, регионах с недостаточно развитой социальной инфраструктурой осложняет участие человека в технологических процессах добычи полезных ископаемых, осложнен подбор высококвалифицированного персонала, низкие температуры климата усложняют работу техники и способствуют ее поломке. В таких условиях может улучшить условия добычи полезных ископаемых такой проект как «Умный карьер», то есть создание системы роботизированной работы карьерной техники, обеспечивающих такую степень автоматизации, при которой карьерная техника частично работает без водителей.

Целью данной статьи является внедрение роботизированной карьерной техники такой как «БелАЗ 7513R». Такая техника решает сразу одновременно несколько производственных задач, уменьшение производственного риска, снижение несчастных случаев и профессиональных заболеваний, повышение экономической выгоды и т.п.

В данной статье рассмотрим угледобывающую компанию ООО УК «Колмар». Компания основана в 2004г, является крупным холдингом по добычи и переработки коксующихся углей, расположенный на территории Нерюнгринского района Республики Саха (Якутия). На ГОК «Инаглинский» эксплуатируется карьерный транспорт «БелАЗ 7555», автопарк компании включает в себя 20 самосвалов.

Как известно высокая нагрузка работы на человека, по 12 часов ежедневно, вызывает высокую вероятность производственного риска, травматизма, съезда огромного тяжеловоза с технологической трассы и многие другие риски. Представим анализ причин производственного травматизма на рисунке 1.



Рисунок 1 – Анализ причин производственного травматизма

Внедрение роботизированной техники представляет собой новый этап в развитии горнодобывающей компании.

Самосвалу задается программа, впоследствии с которой он работает по заданному маршруту и в указанной ширине технологической дороги или определенного коридора. Для того чтоб самосвал смог выполнять данную программу, он постоянно обменивается данными со спутниковой навигационной системой GPS, а также сверяется с бортовой системой позиционирования. С помощью спутниковых систем координат определяется с феноменальной точностью: погрешность не превышает – 2-3 см. Причем все системы в случае необходимости, дублируют друг друга. Примерная схема работы в карьере роботизированного самосвала «БелАЗ 7513R» приведена на рисунке 2:



Рисунок 2 – Работа проекта «Умный карьер»

Оператором задается определенная программа работы самосвала, система передачи данных подает заданную работу через спутниковую систему, через GPS получает информацию, системы позиционирования считывают информацию после чего

самосвал готов к выполнению заданной программы. В случае если, спутниковая связь на время будет прервана из-за помех, самосвал все равно сможет продолжать следовать по заданному программой маршруту – только одна инерциальная система позиционирования позволяет с точностью выдерживать заложенный в программе маршрут до нескольких минут, пока не возобновится спутниковая связь.

Благодаря системам устройств слежения «БЕЛАЗ-7513R» (рисунок 3) получает информацию о препятствии сразу по нескольким каналам. Информация о появившейся помехе движению многократно дублируется, в зависимости от характера этой информации и принимает решение, с какой стороны можно преодолеть это препятствие или же вовсе остановиться. В случае не найденного решения преодоления препятствия, связаться с оператором, который примет решение дальнейших действий.



Рисунок 3 – Система позиционирования

Тем самым, «БЕЛАЗ-7513R» не обходится совсем без человеческого управления. Оператор находится в диспетчерской и может контролировать работу сразу десятка роботизированных самосвалов.

Роботизированная техника обойдется заказчику дороже чем обычная техника. Но в сравнении с обычным карьерным самосвалом цена сопоставимого по грузоподъемности самосвала-робота выше на 10 – 12%. Производительность его соответственно выше. Все возможные издержки самосвала, включая затраты на топливо – ниже. Разница в пользу роботизированной машины составляет от 5 до 15%. Все эти плюсы будут работать на повышение рентабельности на протяжении всего срока эксплуатации.

Проведя анализ коэффициента эффективности производительности самосвалов типа «БелАЗ 7555» применяемого в горной промышленности и роботизированный «БелАЗ 7513R». Характеристики самосвалов представлены в таблице 1 (Приложение 1) можем сделать следующие выводы: Роботизированный самосвал типа «БелАЗ 7513R» экономически выгоднее при добычи полезных ископаемых, так как один самосвал может заменить работу двух Белазов марки «7555».

– Объем транспортируемого груза в два раза больше при одинаковом коэффициенте времени.

– Снижение производственного риска и профессиональных заболеваний

– Снижаются экономически затраты на выплаты различных страховок, зарплат и т.п.

– Решается вопрос квалифицированных водителей, так как самосвалом никто не управляет.

– Создание новых рабочих мест для проектирования передовых работ и совершенствования робототехники и развития сложных процессов добычи полезных ископаемых.

Тем самым внедрение роботизированной техники в регионы Крайнего Севера с недостаточно развитой инфраструктурой упростит работу технологических процессов добычи полезных ископаемых.



Рисунок 4 – Преимущества роботизированной техники

Для оценки окупаемости, произведем анализ изменения себестоимости. Расчет себестоимости до внедрения новой техники приведен в таблице 2 (Приложение 1)

При предположении о том, что после внедрения новой техники объем производства увеличится вдвое, а расходы на оплату труда уменьшатся в десять раз, и учесть то, что изменения объемов производства приведет к изменению затрат на электрическую энергию, приобретение материалов и запасных частей и т.д., то будет получена новая себестоимость работ (таблица 3) (Приложение 1)

Стоимость реализации 1 тонны добытого угля, до внедрения новых технологий, равна 3514 руб., а себестоимость добычи 850 рублей. Следовательно, прибыль предприятия до уплаты налогов составит 2664 руб. за тонну. Если предприятие находится на общем режиме налогообложения и уплачивает налог на прибыль в размере 20% (533 руб.) и НДС - 18% (480 руб.). Следовательно, чистая прибыль предприятия от реализации 1 тонны угля равняется 1651 руб.

Стоимость реализации 1 тонны добытого угля, после внедрения новых технологий, равна 3514 руб., а себестоимость добычи уменьшилась, и стала равной 843 рублей. Следовательно, прибыль предприятия до уплаты налогов составит 2669 руб. за тонну. Если предприятие находится на общем режиме налогообложения и уплачивает налог на прибыль в размере 20% (534 руб.) и НДС - 18% (481 руб.). Следовательно, чистая прибыль предприятия от реализации 1 тонны угля равняется 1656 руб.

Объем производства в компании «Колмар» составляет 5,5 мил.т в год, следовательно, прибыль компании до внедрения составляет 9080 млн. рублей в год.

После внедрения новой техники в компанию прибыль составит 9108 млн. рублей в год. Следовательно, увеличение прибыли за счет внедрения новых технологий составит 27,5 млн. рублей.

Стоимость одной новой машины составляет 20 мил. рублей. Таким образом произведем расчет с учетом 10 новых машин, их стоимость составит 200 млн. руб, окупаемость составит 7 лет.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

Параметры самосвалов

Параметры самосвалов	БелАЗ 7513R	БелАЗ 7555
1	2	3
Колесная формула	4x2	4x2
Грузоподъемность	130т	55т
Собственная масса	105т	40,2т
Максимальная скорость движения	42км/ч	55 км/ч
Геометрическая вместимость кузова	51м ³	33,3м ³
Полная мощность	1390,3 кВт	522 кВт
Тип трансмиссии	Электромеханическая	Гидромеханическая
Габариты: Длина	11,50 м	8,89 м
Ширина	7,45м	4,74 м
Высота	5,72м	4,56 м

Таблица 2

Расчет себестоимости до внедрения новой техники

Статьи затрат	ЭКГ 8-И (5 шт.)
Объем производства, тыс.м ³ , (п.м.)	4383,228
Отработанное время, маш.час	19644
Затраты на электрическую энергию, тыс.руб.	9 217
Фонд оплаты труда, тыс.руб.	20 506
Социальные взносы, тыс.руб.	7 013
Затраты на приобретение материалов (масла, смазки, дизтопливо), тыс.руб.	2 446
Стоимость технического обслуживания, тыс.руб.	6 392
Затраты на приобретении запасных частей, тыс.руб.	966
Затраты на ликвидацию аварий тыс.руб.	25 333
Амортизация, тыс.руб.	0
ИТОГО (затраты на производство) тыс.руб.	71 873
Себестоимость 1 м ³ (п.м.), руб.	16,40

Таблица 3

Расчет себестоимости после внедрения новой техники

Статьи затрат	ЭКГ 8-И (5 шт.)
Объем производства, тыс. м ³ , (п.м.)	8766,456
Отработанное время, маш.час	19644
Затраты на электрическую энергию, тыс.руб.	18433,11
Фонд оплаты труда, тыс.руб.	2050,6
Социальные взносы, тыс.руб.	701,3
Затраты на приобретение материалов (масла, смазки, дизтопливо), тыс.руб.	4892
Стоимость технического обслуживания, тыс.руб.	6392
Затраты на приобретении запасных частей, тыс.руб.	1932
Затраты на ликвидацию аварий тыс.руб.	50666
Амортизация, тыс.руб.	0
ИТОГО (затраты на производство) тыс.руб.	85067,01
Себестоимость 1 м ³ (п.м.), руб.	9,70

Список литературы:

1. Яковлев В.Л. Проблемы, состояние и перспективы открытых горных разработок. Проблемы карьерного транспорта. Материалы X международной научно-практической конференции, 14–16 октября 2009 г. – Екатеринбург.
2. «Обоснование потребного количества карьерного автотранспорта для выполнения производственной программы горных предприятий ОАО «Евразруда», отчет НИР по договору №2009/36/Н с ОАО «Евразруда», «НТЦ «Горное дело», 2009.
3. Анистратов Ю.И., Анистратов К.Ю. Технологические процессы открытых горных работ. М., ООО «НТЦ «Горное дело», 2008.
4. Журнал "Горная Промышленность" №4 (98) 2011, стр.38.
5. Сводный отчет автопарка ООО УК «Колмар».
6. Электронные ресурсы удаленного доступа (представленные в Интернете или внутренних сетях) Официальный сайт ООО УК «Колмар» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.kolmar.ru/press-room/news/kolmar-prinyal-uchastie-v-biznes-forume-1s-erp-2019//>;
7. Электронные ресурсы удаленного доступа (представленные в Интернете или внутренних сетях) Метод измерения характеристик частичных разрядов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://mining-media.ru/ru/article/anonsy/119-issledovanie-pokazatelej-raboty-karernykh-samosvalov-dlya-obosnovaniya-struktury-parka-i-norm-vyrabotki-avtotransporta>

Гидроигловой способ разупрочнения мерзлых пород при разработке россыпных месторождений

*Кухтин А.А., студент
Технический институт (филиал) СВФУ им. М. К. Аммосова,
г. Нерюнгри
E-mail: toxandr98@mail.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент, и.о. зав.каф. ГД Рочев В.Ф.*

Преобладающая часть россыпей в Российской Федерации находится в условиях сурового климата и широкого распространения многолетней мерзлоты, площадь которой составляет более 10,5 млн км², это около 47% всей территории страны. При этом мерзлые породы местами имеют значительную мощность. Например, в Читинской области она достигает 20 м, в Якутии – 230 м, в бассейне р. Вилюй – 800 м. Температура мерзлых пород непостоянна. Например, в Якутии она изменяется от -3 до -7 °С. [1]

Суровые климатические условия в большинстве районов залегания россыпей способствуют также глубокому сезонному промерзанию поверхности россыпей. Основное влияние на промерзание пород оказывают температура воздуха, ветровой режим, величина 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 летний период породы вновь промерзают на полную мощность.

Цель: подбор наиболее эффективного способа разупрочнения мерзлых песчано-глинистых пород в Южной Якутии.

Существует множество способов оттаивания: естественное, фильтрационно-дренажное, дождевально-дренажное, электрооттаивание и др. Большинство из них обладают малой эффективностью и множеством ограничений или экономически не целесообразны.

Гидроигловой способ, хоть и является весьма трудоемким, дает удовлетворительный результат в широком диапазоне мерзлотно-геологических условий и позволяет оттаивать, в приемлемые сроки, породу на глубину до 50 метров. Этот способ можно применять в местах с преобладанием суглинистых и супесчаных пород с коэффициентом фильтрации менее 50 м/сут и невозможностью оттаивания на необходимую глубину с помощью тепла солнечной радиации. При необходимости оттаивания в короткие сроки (от 1-2 месяцев), в течение которых другие способы не могут обеспечить необходимый результат. Также возможно его применение на дражных полигонах, мощность наносов на которых составляет более 8 метров. Еще одним преимуществом гидроиглового способа оттаивания является возможность использования искусственно нагретой воды и оборотной воды с подогревом. Источником воды может служить естественный водоем с приемлемой концентрацией взвесей и возможностью длительного периода расхода воды. Применение подогретой воды позволяет, за счет высокого потенциала теплоносителя, уменьшить расход воды и сократить продолжительность периода оттаивания.

Процесс гидроиглового оттаивания предполагает буровое погружение игл на глубину, равную или меньшую мощности оттаиваемого слоя. Гидроигла выполняет функции бурового снаряда и нагнетательной трубы. Они располагаются в шахматном порядке, на равном расстоянии друг от друга. При изготовлении гидроигл используются буровые трубы из стали 30ХГС, наружным диаметром 34 мм и внутренним 24 мм. Гидроигла состоит из отрезков труб длиной 1,5-3,5 м, соединенных при помощи ниппелей из стали 40Ч. Концы труб с резьбовым соединением подвергаются термической обработке. Коронки для разового бурового погружения гидроигл должны не только эффективно разрушать мерзлые породы, но и обеспечивать надежную работу наконечника нагнетательной трубы в процессе оттаивания. При бурении на большую глубину или в породах с высоким содержанием валунов применяются гидроиглы с наружным диаметром 42 и внутренним 28мм, поскольку гидроиглы диаметром 34мм оказываются недостаточно прочными. Нагнетание воды в гидроиглу выполняется через резиноканевые шланги диаметром 25 мм и длиной не более 10 м, рассчитанные на давление 0,5 Мпа.

Погружение гидроигл осуществляется при помощи станков СДВВ-II, СВВ-IV и др. Перед началом бурения на полигоне должны быть подготовлены трубопроводы со шлангами, насаженными на штуцера. Места для погружения гидроигл должны быть обозначены кольшками.

Объем воды, подаваемый насосами в течение периода оттаивания должен регулироваться. Связано это с меняющимся числом активных гидроигл. Расход воды на одну гидроиглу рассчитывается в пределах 0,5-4 м³/ч. Подача и распределение воды осуществляются по внешнему, магистральному, главному распределительному и участковым распределительным трубопроводам. Внешний и магистральный трубопроводы состоят из труб диаметром 600 мм с быстросъемными соединениями и

оснащаются задвижками. Главные распределители состоят из труб диаметром 400 мм, а распределительные коллекторы (гребенки) – из труб диаметром 125 мм. В зависимости от конфигурации полигона и шага расстановки гидроигл, длина распределителя может меняться от 25 до 50 м. [1]

В течение всего процесса оттаивания ведется контроль с помощью контрольных игл с электрическими или механическими устройствами. Контрольные иглы устанавливаются в предварительно пробуренные скважины, их посадка осуществляется с помощью вибраторов. Для наблюдения и контроля за действием гидроигл, на период нагнетания воды, на каждые 500 действующих гидроигл назначается рабочий-наблюдатель. Расход воды в гидроиглах выборочно измеряется переносным водомером. В контрольных скважинах ежедневно проводятся замеры температуры и наблюдения за ходом оттаивания. Результаты наблюдений заносятся в специальный журнал.

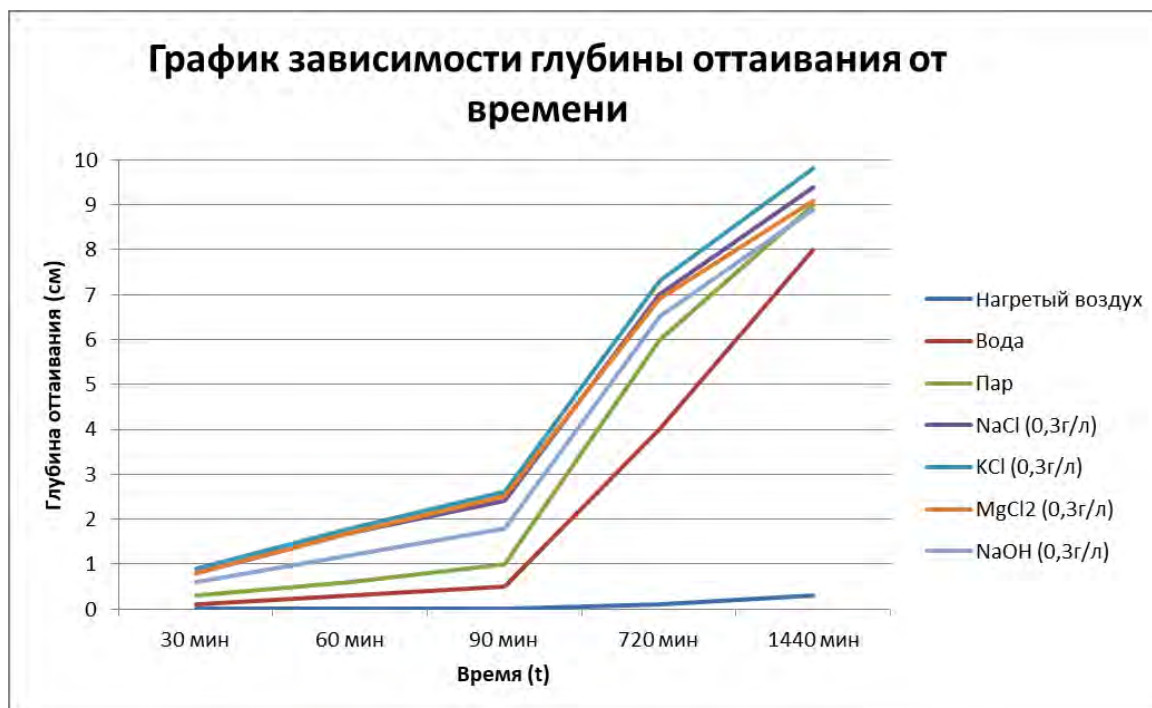
Затраты на гидроигловое оттаивание на дражных полигонах изменяются от 0,25-0,3 в районах Восточной Сибири и Северо-Востока до 0,5-0,7 усл. ед. на Чукотке. [1]

Для проверки эффективности способа была создана модель мерзлотного участка в процессе гидроигловой оттайки. Порода замораживалась и производилась оттайка. Были применены растворы солей (с концентрацией, не превышающей ПДК), вода, пар и воздух. В ходе эксперимента удалось опытным путем выявить наиболее эффективные варианты. Наибольшую производительность продемонстрировал раствор хлорида калия, с помощью которого удалось за отведенное время оттаять практически весь участок. Растворы других солей тоже показали хорошую производительность. Следующим по эффективности идет пар, применение которого требует больших экономических затрат. Из-за чего его применение становится сильно ограниченным. (Таблица 1, График 1)

Таблица 1

Зависимость глубины оттайки от времени при гидроигловом способе оттаивания

	30 мин	60 мин	90 мин	720 мин	1440 мин
Нагретый воздух	0см	0см	0см	0,1см	0,3см
Вода	0,1см	0,3см	0,5см	4см	8см
Пар	0,3см	0,6см	1см	6см	9см
NaCl (0,3г/л)	0,8см	1,7см	2,4см	7см	9,4см
KCl (0,3г/л)	0,9см	1,8см	2,6см	7,3см	9,8см
MgCl ₂ (0,3г/л)	0,8см	1,7см	2,5см	6,9см	9,1см
NaOH (0,3г/л)	0,6см	1,2см	1,8см	6,5см	8,9см



Список литературы:

1. Лешков В.Г. Разработка россыпных месторождений: Учебник для вузов.-М.: Издательство «Горная книга», Издательство Московского государственного горного университета, 2007. – 906.с.

Исследование устойчивости отвалов и предложения по ведению отвальных работ на разрезе «Нерюнгринский».

*Леонтьева С.С. студентка,
Южно-Якутский технологический колледж,
г. Нерюнгри
E-mail: [Leonteva snezana63@gmail.com](mailto:Leonteva_snezana63@gmail.com)*

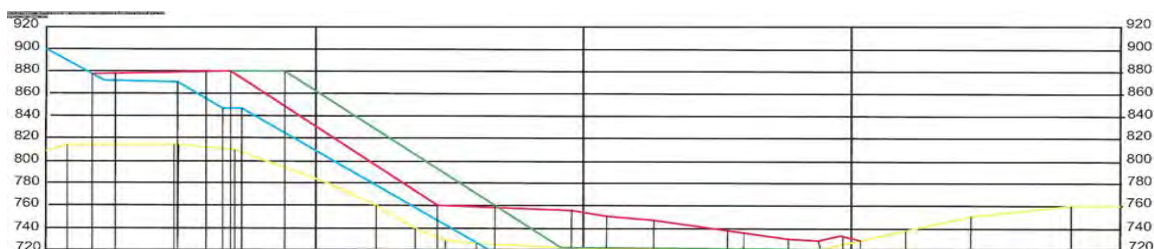
*Научный руководитель:
преподаватель спец дисциплин Гриб Д.Н.*

Анализ фактического состояния отвалов

Отвалы вскрышных пород на разрезе «Нерюнгринский» отсыпаются в соответствии с проектом ОАО «Сибгипрошахт». Высота яруса внешних отвалов на отдельных участках достигает 150 м. Внутренние многоярусные отвалы формируются с результирующим углом наклона в соответствии с рекомендациями ВНИМИ, выданными ранее.

При отсыпке внешнего Южного отвала, в соответствии с проектом его расширения, произошел оползень. По данным маркшейдерской службы разреза общий объем оползших пород составляет 1,15 млн. м³.

На момент возникновения оползня отсыпка пород на Южном отвале осуществлялась в пойму р. Н. Нерюнгра, ярусом высотой $H=150$ м. Протяженность деформации по фронту составляет около 200 м, то есть $1.3 H$. В результате деформации отвальные породы расположились в форме языка под очень пологим углом и перекрыли русло реки Н. Нерюнгра. Это привело к частичному затоплению поймы реки и водонасыщению оползших пород. Разрез по центральной оси оползня приведен на рис. 1.1.



Условные обозначения:

-  - положение отвала на начало
-  - положение отвала на середину
-  - положение отвала на конец деформации

Рис. 1.1 Разрез по центральной оси оползня

Ранее, при ведении отвальных работ на Южном отвале с аналогичной высотой яруса подобных деформаций не наблюдалось.

Отвальные породы на Нерюнгринском Угольном Разрезе представлены в основном достаточно прочными (скальные и полускальные породы) песчаниками преимущественно на карбонатном цементе, алевролитами и аргиллитами. По данным выполненных ранее исследований сопротивление сдвигу отвальной смеси из коренных пород характеризуется углом трения $\varphi = 30-35^\circ$ и сцеплением $C=2 \text{ т/м}^2$.

Коренные породы в пойме р. Н. Нерюнгра покрыты маломощным слоем (до нескольких метров) аллювиальных отложений представленных песками, супесями и суглинками. Их площадное распространение и прочностные свойства ранее не изучались.

Помимо наличия на террасах пойм рек слабосцементированных песчано-глинистых отложений в районе месторождения наблюдались наледи, которые не всегда полностью оттаивают в летний период времени. Поскольку лед практически не обладает длительным сопротивлением, наличие наледи в основании отвала существенно снижает его устойчивость. Деформации Южного отвала вызваны совместным воздействием нескольких неблагоприятных факторов.

Основные факторы, влияющие на устойчивость отвалов

Основными факторами, определяющими устойчивость отвалов являются:

- параметры отвала: высота H и результирующий угол откоса α_p ;
- физико-механические свойства отвальных пород: объемный вес γ , угол трения φ и сцепление C ;

- прочностные свойства пород основания отвала и условия его залегания: сцепление в основании отвала C , угол трения φ и угол наклона основания α^1 .

Изменение устойчивости отвала вследствие его уплотнения

По данным маркшейдерской службы Нерюнгринского Угольного Разреза угол откоса яруса свежееотсыпанного отвала составляет 37°, а отвала с длительным сроком стояния (□1 года) – 35°. Помимо этого, происходит уменьшение его высоты и соответствующее изменение объемного веса. По имеющимся данным суммарная величина осадки для условий НУР составляет 5-7% от его высоты, а коэффициент разрыхления K_r для старого отвала составляет 1.25. С учетом этого объемный вес в свежееотсыпанном отвале составляет $\gamma=1.95$ т/м². Ниже в табл. 1.2 приведены рассчитанные для различных углов откоса отвала коэффициенты запаса устойчивости с учетом изменения плотности пород и высоты яруса.

Исходя из данных приведённых в табл. 1.2 следует, что с течением времени в результате уплотнения коэффициент запаса устойчивости возрастает минимум на 5-7%. Поэтому наиболее неблагоприятным с точки зрения устойчивости является начальный период формирования отвала.

Табл. 1.2

Величины коэффициента запаса устойчивости яруса отвала при различных углах откоса

Угол откоса отвала, град	Коэффициент запаса устойчивости n		
	$H=80$ м	$H=120$ м	$H=150$ м
37	1,17	1,12	1,07
36	1,21	1,15	1,11
35	1,25	1,19	1,14

Влияние на устойчивость отвала изменения прочностных свойств отвальных пород

Влияние изменения угла трения отвальных пород на устойчивость отвала проиллюстрировано результатами расчетов, приведенных в табл. 1.3.

В соответствии с методикой прогноза свойств отвальной смеси при одновременной отсыпке в отвал четвертичных отложений ($C=2$ т/м²; $\alpha=24^\circ$) и коренных пород ($C=2$ т/м²; $\alpha=35^\circ$) в соотношении соответственно 7% и 93% происходит незначительное уменьшение угла трения ($\varphi=33.5^\circ$). Приблизительно подобное изменение угла трения отвальных пород можно ожидать при их избыточном переувлажнении в период интенсивных осадков. Это в условиях НУР приводит к снижению коэффициента запаса устойчивости отвала на 5-8%. При большем процентном содержании четвертичных отложений в отвалообразующих породах коэффициент трения отвальной массы может уменьшаться до 30 и менее градусов, что при высоте яруса более 80 м вызовет неизбежные деформации.

Табл. 1.3

Величины коэффициента запаса устойчивости в зависимости от угла трения в отвальных породах (при $\alpha=36^0$)

Угол трения в отвальных породах, град	Коэффициент запаса устойчивости n		
	H=80 м	H=120 м	H=150 м
35	1,21	1,15	1,11
33	1,14	1,07	1,03
30	1,03	0,97	0,94

Влияние основания отвала на его устойчивость

При формировании внешних отвалов на террасах в поймах рек необходимо учитывать, что в основании отвала могут залежать слабосцементированные породы аллювиальных отложений представленные, как правило, галечниками, песками, супесями и суглинками. Такие породы обладают низкими характеристиками сопротивления сдвигу (сцепление $C=2-3$ т/м², угол трения $\varphi=18-28^0$). Помимо этого, в подобных водонасыщенных породах при интенсивном ведении отвальных работ может возникать поровое давление, которое приводит к снижению их сдвиговых характеристик.

Результаты оценки устойчивости внешнего отвала при отсыпке его на основание, представленное супесями и суглинками приведены в табл. 1.4.

Приведенные в табл. 1.4 результаты показывают, что при отсутствии порового давления уменьшение коэффициента запаса устойчивости происходит только в случае если угол трения пород в основании менее 24^0 .

Таблица 1.4

Величины коэффициентов запаса устойчивости в зависимости от угла трения пород по основанию и порового давления

Угол трения пород в основании, град	Поровое давление, кг/см ²	Коэффициент запаса устойчивости		
		H=80 м	H=120 м	H=150 м
24	1,0	1,17	1,15	1,14
	2,0	1,07	1,07	1,07
20	0	1,19	1,14	1,12
	1,0	1,1	1,08	1,07
	2,0	1,02	1,01	0,99
18	0	1,14	1,1	1,07
	1,0	1,06	1,03	10,2
	2,0	0,98	0,97	0,96

Предложения по ведению отвальных работ на разрезе «Нерюнгринский»

В соответствии с действующим нормативным документом при формировании отвала из скальных и полускальных пород на прочном основании рекомендуется коэффициент запаса устойчивости $n=1.05 - 1.10$, а при отсыпке тех же пород на слабое основание $n=1.10 - 1.20$. При этом во втором случае значение $n=1.10$ допустимо только если физико-механические свойства пород основания определены методом обратных расчетов или натурными испытаниями.

Прочностные свойства отвальных пород на поверхности старого отвала в результате многолетнего процесса выветривания уменьшаются.

Таким образом, при расширении отвалов и отсыпке свежего на старый, в теле отвала оказывается некоторая зона ослабленных пород, в результате чего снижается допустимая высота яруса. Для условий Нерюнгринского угольного разреза допустимая высота яруса отвала, отсыпаемого на старый составляет (при $n=1.1$) 130 м. В данном случае предельная высота яруса не существенно зависит от высоты старого отвала и при любой его высоте не должна превышать 130 м. При расширении отвалов длительного стояния целесообразно предусмотреть специальную схему отвалообразования, позволяющую основные объемы отсыпать в направлении по простиранию старого отвала. Отсыпку передового отвала целесообразно проводить в зимнее время.

Наиболее неблагоприятные условия устойчивости при отвалообразовании на Нерюнгринском угольном разрезе возникают при отсыпке отвалов в поймах рек. В данном случае, помимо уже учитываемых факторов, отрицательно влияющих на устойчивость, необходимо учитывать прочностные характеристики основания отвала.

Если в основании отвала отсыпаемого в пойму реки находится обширная наледь, то деформации отвала практически неизбежны даже при небольшой высоте яруса ($H=30-40$ м), так как лед, и в особенности его контакт с тальми породами, практически не обладает длительным сопротивлением сдвигу (с $Gg=0$ т/м²). Следовательно, при отсыпке отвалов в пойму реки, прежде всего необходимо убедиться в отсутствии наледи.

Как установлено, основной причиной деформации Южного отвала является наледь, захороненная под растительным слоем в основании отвала. В настоящее время нет никаких оснований считать, что она оттаяла под массой деформировавшихся отвальных пород. Следовательно, дальнейшая отсыпка пород на участке деформации, даже небольшим ярусом ($H=30-40$ м) может привести к его деформации и смещению ранее оползших пород.

Вывод:

Допустимая высота яруса внешних отвалов до 150 м, принятая в проекте ОАО «Сибгипрошахт», рассчитана для прочных отвальных пород на прочном основании. Внедрение этих рекомендаций в течение длительного времени опасных деформаций отвалов не вызывало.

Анализируя причины возникновения оползня можно отметить, что деформирование отвала вызвано воздействием комплекса неблагоприятных обстоятельств: отсыпка пород производилась в пойму реки н. Нерюнгри со стороны старого отвала и основанием отвалов служили слабосцементированные песчано-глинистые отложения и образовавшиеся наледи.

Предельные параметры отвалов (высота яруса и результирующие углы наклона многоярусных отвалов) зависят от физико-механических свойств отвальной массы, несущей способности пород основания отвала, условий их залегания и характера обводнения.

При одновременной отсыпке в отвал слабых песчано-глинистых и прочных коренных пород угол трения отвальной массы уменьшается в зависимости от их процентного соотношения.

При формировании внешних отвалов в поймах рек чаще всего основанием отвалов являются слабосцементированные песчано-глинистые породы. Кроме ослабленной природной несущей способности этих водонасыщенных пород при интенсивном отвалообразовании в них может возникать поровое давление, снижающее их сдвиговые характеристики.

В том случае, если мощность отложений составляет не более трех метров, для увеличения предельной высоты яруса целесообразно производить зачистку основания отвала.

Учитывая незначительную несущую способность льда, следует избегать для отвалообразования участки, где наблюдаются наледи на больших площадях.

При расширении отвалов длительного стояния для улучшения условий устойчивости вновь отсыпаемых отвалов следует предусматривать специальную схему отвалообразования, позволяющую основные объемы отсыпать в направлении по простиранию старого отвала.

Заключение

1) Устойчивость отвалов зависит от их параметров, физико-механических свойств отвальной смеси, несущей способности пород основания отвалов, условий их залегания и обводнения.

2) Допустимая высота яруса внешних отвалов до 150 м, принятая в проекте ОАО «Сибгипрошахт», рассчитана для прочных отвальных пород на прочном основании. Внедрение этих рекомендаций в течение длительного времени опасных деформаций отвалов не вызывало.

3) При отсыпке внешнего Южного отвала в соответствии с проектом его расширения при высоте яруса $H=150$ м произошел оползень объемом 1.15 млн. м³.

Анализируя причины возникновения оползня можно отметить, что деформирование отвала вызвано воздействием комплекса неблагоприятных обстоятельств: отсыпка пород производилась в пойму реки Н. Нерюнгри со стороны старого отвала и основанием отвалов служили слабосцементированные песчано-глинистые отложения и образовавшиеся наледи.

4) Предельные параметры отвалов (высота яруса и результирующие углы наклона многоярусных отвалов) зависят от физико-механических свойств отвальной массы, несущей способности пород основания отвала, условий их залегания и характера обводнения.

5) При одновременной отсыпке в отвал слабых песчано-глинистых и прочных коренных пород угол трения отвальной массы уменьшается в зависимости от их процентного соотношения.

Исследования показали, что при процентном содержании в отвалах слабых песчано-глинистых пород более 8% допустимая высота яруса, даже на прочном основании, снижается до 80 и менее метров.

6) При формировании внешних отвалов в поймах рек чаще всего основанием отвалов являются слабосцементированные песчано-глинистые породы. Кроме ослабленной природной несущей способности этих водонасыщенных пород при интенсивном отвалообразовании в них может возникать поровое давление, снижающее их сдвиговые характеристики.

7) Учитывая незначительную несущую способность льда, следует избегать для отвалообразования участки, где наблюдаются наледи на больших площадях.

8) При расширении отвалов длительного стояния для улучшения условий устойчивости вновь отсыпаемых отвалов следует предусматривать специальную схему отвалообразования, позволяющую основные объемы отсыпать в направлении по простиранию старого отвала. С этой целью на участке шириной, необходимой для нормальной разгрузки автосамосвалов, следует организовать передовой отвал.

9) Для оценки фактического состояния отвалов необходимо проводить на них постоянные визуальные и инструментальные наблюдения.

Список литературы:

1. Отчет по НИР “Исследовать устойчивость бортов и отвалов Нерюнгринского угольного разреза” (0205070700), Л., ВНИМИ, – 152 с.

2. Пересмотр технического проекта строительства разреза «Нерюнгринский», горно–транспортная часть. Новосибирск, г.

3. Сводный геологический отчет по Нерюнгринскому каменноугольному месторождению. НУР,

4. Правила обеспечения устойчивости откосов на угольных разрезах. ВНИМИ, С-Петербург – 207 с.

5. Отчет по НИР “Разработка рекомендации по обеспечению устойчивости бортов и уступов карьера трубки “Удачная” (заключительный, № 270), С. Петербург, ВНИМИ, – 57с.

6. Отчет НИР «Разработка рекомендаций по максимальным параметрам устойчивого борта на Северном участке разреза «Нерюнгринский», С. Петербург, ВНИМИ.

7. Проект ОАО «Сибгипрошахт» «Расширение Южного отвала разреза «Нерюнгринский» ГУП «Якутуголь», Новосибирск.

8. «Устойчивость бортов карьеров и отвалов» Фисенко Г.Л., 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Недра– 378 с.

9. «Устойчивость бортов карьера» Букин И.Ю., научный редактор проф. Арсентьев А.И., ЛГИ - 97 с.

10. «Основы физики горных пород» Ржевский В.В., Новик Г.Я., Изд. 3-е. перераб. и доп. — М.: Недра — 390 с.

11. «Механика горных пород» Баклашов И.В., Картозия Б.А., М.: Недра. — 271 с.

Поиск местонахождений остатков мамонтовой фауны в криолитозоне с использованием ГИС-технологий и геофизических методов

Нестерова Е.А., м.н.с., Николаева Н.Н., м.н.с. Горохов И.В., м.н.с.

ФГБУН ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН»

г. Якутск,

E-mail: katretea@mail.ru

Россия располагает уникальным особым минеральным ресурсом – ископаемой мамонтовой костью (ИМК), основные мировые запасы которого выявлены на северных территориях Республики Саха (Якутия). Инфраструктура северных районов слабо развита, в связи с этим возникают трудности при изучении и исследовании

труднодоступных арктических территорий, а также усложняется контроль за легальностью и качеством промысла.

За последние десятилетия в мире наблюдаются климатические изменения, связанные с глобальным потеплением и более заметными повышениями температуры в высоких северных широтах, что является основной причиной таяния многолетней мерзлоты, изменения рельефа и эрозии береговой зоны тальми водами. Все эти процессы отрицательно влияют на сохранность ИМК и приводят к необратимым потерям ценного сырья за счет вытеснения и вымывания из вмещающих пород.

До выхода ИМК из криолитозоны костные остатки находятся в изолированном от внешних факторов состоянии, более того, благодаря такому типу захоронения, кости могут сохранять исходные физико-химические свойства. Наличие трещин, либо расслоение кости свидетельствует о том, что кость перезахоронялась [1], либо долгое время подверглась воздействию различных факторов окружающей среды (температурные колебания, влажность, pH среды, ультрафиолет, микробная атака и т.д.).

На сохранность ИМК существенное влияние оказывает ее пористость. После смерти мягкие ткани (кровеносные сосуды и т.д.) животного разрушаются, что позволяет воде и микроорганизмам в почве беспрепятственно проникать в костную ткань. За время захоронения может произойти фоссиллизация (минерализация) кости, но, если пористость продолжит увеличиваться, то вода продолжит свободно проникать в кость, что спровоцирует протекание процесса биоэрозии (микробной деградации). Циклическое увлажнение и сушка, а также замораживание и оттаивание приводят к тому, что кость набухает и сжимается, что вызывает растрескивание, шелушение или раскол костей. Адсорбция большого количества воды на пористых костях приводит к постепенному выщелачиванию минеральной составляющей костной ткани, перераспределению элементов, а также протеканию процессов их растворения и рекристаллизации. Дентин – наиболее твердая часть зуба, обладает меньшей пористостью, чем кость, поэтому чаще всего при поиске ископаемых остатков обнаруживают именно зубы [2,3,4].

Таким образом, ключевой особенностью ИМК, как промышленного сырья является высокая степень чувствительности к деструктивным воздействиям. Именно поэтому при обнажении в результате естественных процессов оттаивания многолетнемерзлых грунтов, обваливания берегов различных водоемов, эрозии почв мамонтовая кость в течении нескольких лет теряет свои потребительские свойства. Для снижения потерь ценного сырья в результате таких процессов целесообразно проводить мониторинг территорий с использованием возможностей современных ГИС-технологий. Одним из методов работы в ГИС является дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), заключающееся в наблюдении за поверхностью Земли наземными, авиационными и космическими средствами, оснащенными различными видами съемочной аппаратуры. ДЗЗ позволяет детально изучать изменения, протекающие на земной поверхности, производить мониторинг различных объектов, устанавливать динамику их изменения в результате естественных природных процессов, антропогенного воздействия и т.п. Методы дистанционного зондирования основаны на том, что любой объект излучает и отражает электромагнитную энергию в соответствии с особенностями его природы. Различия в длинах волн и интенсивности излучения могут быть использованы для изучения свойств удаленного объекта без

непосредственного контакта с ним [5, стр. 40-45]. Данный метод находит применение во многих отраслях науки и хозяйства и является перспективным для мониторинга за состоянием отдаленных труднодоступных территорий РС(Я), в том числе, для обнаружения крупных местонахождений ИМК.

В случае обнаружения местонахождений ИМК с использованием ГИС технологий при дешифрировании космоснимков территорий необходимо проведение наземных поисково-оценочных работ непосредственно на выявленной местности. Один из наиболее распространенных комплексов методов поиска заключается в пешем, водном или комбинированном обследовании береговой зоны рек, озер по определенному маршруту с применением вездеходной и водной техники, обеспечивающей визуальное наблюдение всей поверхности исследуемой территории. Для обнаружения ИМК на небольшой глубине как при наземном поиске, так и при поиске на дне водоемов применяют штыковой способ, с использованием специальной металлической трости.

Для снижения вредного экологического воздействия на окружающую среду при добыче ИМК в практику следует внедрять современные неразрушающие методы поиска костных остатков. Анализ зарубежной и отечественной литературы, описывающей опыт применения геофизики в палеонтологических исследованиях показал, что наиболее широкое применение получили методы георадиолокации и электротомографии [5 с. 83, 7 с. 469, 8 с. 20].

В работе Оленченко и Шейн показано [5 с. 84], что трупные остатки животных мамонтовой фауны возможно оконтурить при помощи электротомографии, поскольку они имеют отличное от вмещающих пород значение удельного электрического сопротивления, что при обследовании будет создавать достаточно четкий контраст на фоне мерзлого грунта. Применение электротомографии, в комплексе с методом георадиолокации, для поиска крупных туш позволит дополнительно определить размеры и глубину залегания в геологической среде за счет более высокой разрешающей способности георадиолокации. Применение геофизических методов в сочетании со штыковым методом также может способствовать достоверной интерпретации полученных данных, так как костные объекты за время нахождения в земле приобретают физические свойства окружающей среды и их электрофизические свойства могут совпадать со свойствами других объектов (древесины, камнями и пр.), находящихся в обследуемой среде [5 с. 84].

Поскольку однозначное решение геофизических задач поиска остатков мамонтовой фауны (особенно скелетных) весьма затруднительно, необходимость комплексирования геофизики с другими методами, отвечающим экологическим требованиям, является обязательным фактором для обеспечения результативности поисков.

В результате анализа подходов к поиску и обнаружению местонахождений ИМК предложена схема (рис.1), заключающаяся в сочетании ДЗЗ и геофизических методов обследования местности. Применение ДЗЗ позволит существенно расширить территории поиска ИМК путем мониторинга за изменениями, протекающими на труднодоступных территориях Республики, а применение геофизических методов на местности позволит существенно снизить вредное воздействие на окружающую среду.

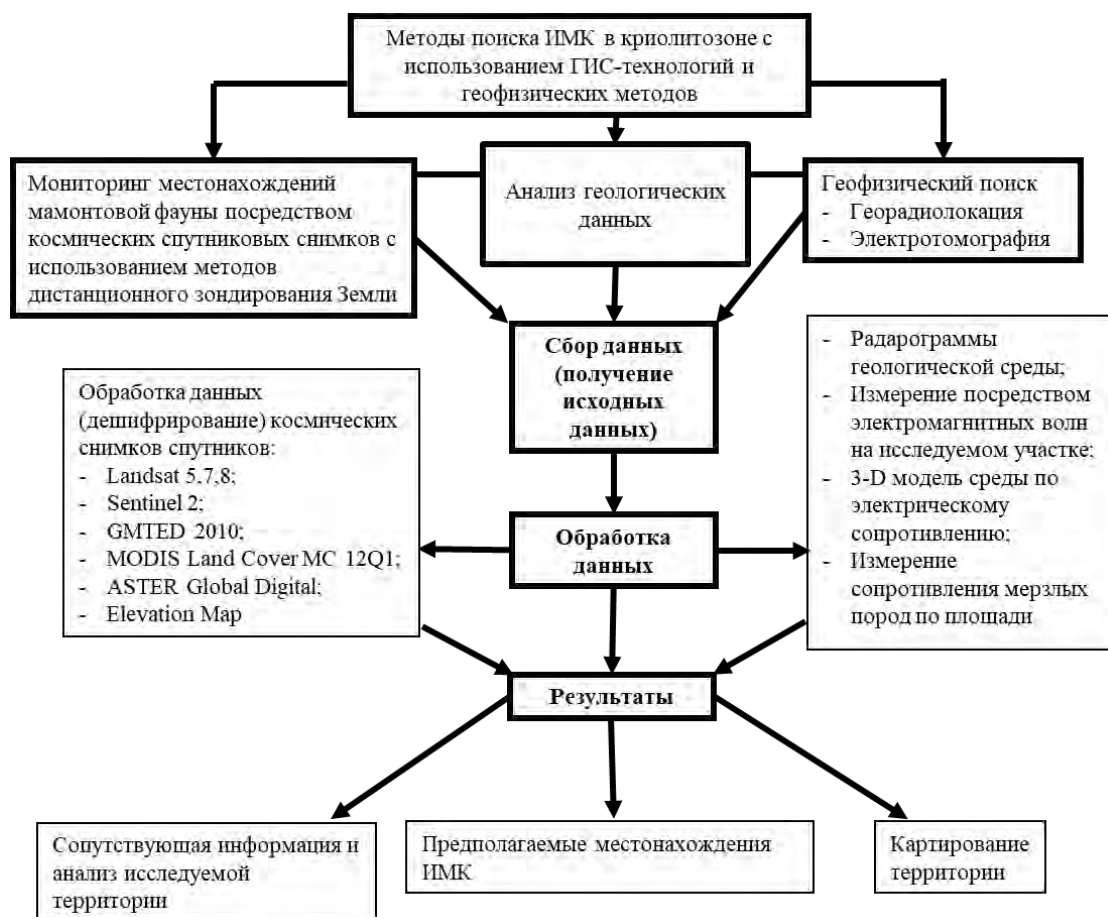


Рис.1 Схема методов поиска ИМК в криолитозоне с использованием ГИС-технологий и геофизических методов

Предложенный подход заключается в последовательном выполнении следующих операций:

1. анализ имеющихся геологических данных;
2. мониторинг перспективной местности с использованием метода ДЗЗ (анализ космических спутниковых снимков);
3. обследование местности с использованием геофизических методов (георадиолокация, электротомография).

Анализ данных о геологических процессах протаивания мерзлых грунтов, эрозии почвы и т.п., протекающих на исследуемых территориях, а также других имеющихся о территории данных, в том числе, косвенных (количество выданных лицензий, отчетов о добыче и т.п.) позволит выделить сектора, мониторинг которых с целью поиска и обнаружения ИМК является наиболее перспективным. Анализ космических снимков спутников Landsat 5,7,8, Sentinel 2, GMTED 2010, MODIS LAND COVER MC 12Q1, ASTER Global Digital Elevation Map позволит произвести подробный мониторинг выбранных территорий и произвести их картирование. Обследование с использованием геофизических методов будет осуществляться непосредственно на местности в летне-осенний период (основной промысловый для ИМК период). Следует отметить, что применение геофизических методов в сочетании с такими методами как пешее обследование береговых зон, обследование с помощью специальной трости и т.п., позволит более точно интерпретировать полученные данные. В данном контексте эффективным также может являться применение беспилотных летательных аппаратов.

Результатом проделанной работы будут: дополнительная сопутствующая информация о местности, картографическое обеспечение исследуемых территорий, предполагаемые местонахождения ИМК.

Таким образом, предложенный метод поиска ИМК в криолитозоне позволит снизить вред, наносимый окружающей среде, а также увеличит шансы обнаружения ценных палеонтологических объектов. Данный подход будет опробован в рамках исследований, запланированных «Лабораторией технологий добычи и переработки сырья мамонтовой фауны» на 2020-2021 гг.

Работа выполнена в рамках Госзадания Министерства науки и высшего образования РФ № 075-03-2019-596/4.

Список литературы:

1. Керемясов Н.В. Методы и технологии поиска ископаемой мамонтовой кости // Вестник СВФУ. Серия “Науки о земле”. – 2018. – №2(10). - С. 5-18.
2. Kendall C., Eriksen A.M.H., Kontopoulos I., Collins M.J., Turner-Walker G. Diagenesis of archaeological bone and tooth // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. – 2018. – Vol. 491. – Pp. 21-37.
3. Hedges R.E.M. Bone diagenesis: an overview of processes // *Archaeometry*. – 2002. – Vol. 44. – № 3. – Pp. 319-328.
4. Nicholson R. A. Bone Degradation, Burial Medium and Species Representation: Debunking the Myths, an Experiment-based Approach // *Journal of Archaeological Science*. – 1996. – Vol. 23. – Pp. 513-533.
5. Вицентий А.В. Применение дистанционного зондирования земли и космических технологий для развития арктических и субарктических территорий российской федерации // Труды Кольского научного центра РАН. 2013. № 5 (18). С. 40-45.
6. Оленченко В.В., Шеин А.Н. Возможности геофизических методов при поисках плейстоценовой мегафауны в пойменных и надпойменных отложениях реки Юрибей (Ямал) // *Криосфера Земли*. – 2013. - Т. XVII. - № 2. - С. 83–92.
7. Lukjanov S.P., Stepanov R.A., Chernyi I.A., Stukach O.V. Use of the ground penetrating radar methods for paleontology on example of the mammoth fauna investigation // *Proceeding the European Microwave Conference - 2007*. – P. 468-471.
8. Thomas M. Urban, Jeffrey T. Rasic, Claire Alix, Douglas D. Anderson, Sturt W. Manning, Owen K. Mason, Andrew H. Tremayne, Christopher B. Wolff The Potential and Pitfalls of Ground-Penetrating Radar for Archaeology in the Alaskan Arctic // *Remote Sens*. - 2016. - № 8(12). - 23 p.

Оптимизация интерпретации данных магнитотеллурического мониторинга (Тянь-Шань)

*Нереина К.С., младший научный сотрудник,
Научная станция Российской академии наук,
г. Бишкек
E-mail: nereina.k@mail.ru*

Данная работа обусловлена потребностью в комплексной интерпретации разнородных геофизических данных. Актуальность данной работы заключается в апробации нового подхода к изучению вариаций электромагнитных полей при сопоставлении с пространственным распределением гипоцентров землетрясений. Анализ расположения гипоцентров землетрясений свидетельствует либо о существовании повышенных напряжений, либо наличия зон разуплотнений (разломов). Основу комплексной геолого-геофизической модели глубинного строения земной коры и верхней мантии Тянь-Шаня составляет разломно-блоковая модель, построенная в результате интерпретации геолого-геофизических данных [1]. В таком случае сосредоточенность сейсмичности в определенных пространственных координатах можно считать индикатором активизации современных геодинамических процессов конкретной области. Исследования в данном направлении рассматриваются в плоскости взаимодействия физических полей Земли для оценки геодинамики и внутреннего строения Земли [2].

Конечной целью работы является создание удобного интерактивного комплекса программ по совместному анализу большого числа временных рядов с визуализацией результатов обработки данных мониторинга (в виде наглядных графиков и диаграмм), что необходимо для быстрого анализа большого объема данных, полученных на Научной станции РАН в г. Бишкеке [3].

На территории Бишкекского геодинамического полигона функционируют сети стационарных пунктов геофизических наблюдений (электромагнитных, сейсмологических, геодезических и гравиметрических), поддерживаемые научной станцией РАН [3, 4]. Для мониторинга пространственно-временного распределения деформационных процессов в земной коре, проявляющихся в вариациях различных геофизических параметров геологической среды и, в частности, ее электрических характеристик, таких как удельное электрическое сопротивление, анизотропия используются глубинные магнитотеллурические зондирования (ГМТЗ). Данные ГМТЗ представляют собой один из важнейших источников информации для понимания строения, состава и эволюции литосферы до границ Мохо и более [5].

Станции сейсмической сети KNET [6, 7] позволяют регистрировать не только сильные землетрясения, но и локальную сейсмичность в силу своего расположения на скальных породах, что делает станции одними из самых бесшумным в мире. Благодаря налаженной системе сбора и передачи сейсмических данных [8] с распределенной площади с помощью сейсмоприемников через соответствующий узел доступа к сектору на частоте, общей для всех узлов сейсмоприемника, по радиоканалу методом радиотелеметрии, сеть KNET обеспечивает бесперебойную работу и получение непрерывных данных (без пропусков) для оценки сейсмичности. Наличие ежегодных каталогов, полученных с помощью сети KNET, принимаются во внимание при

интерпретации результатов электромагнитного мониторинга (активного и пассивного), оценке сейсмического режима региона, характера относительных движений земной поверхности по GPS и светодальномерным наблюдениям и др. [7].

В качестве фактического материала для опробования методики комплексирования использовались данные магнитотеллурического (МТ) мониторинга совместно с каталогами сети KNET за 2015-2019 гг. В интерактивном режиме, по выбору оператора, для анализа каталога землетрясений проводилась выборка соответствующих географических координат, соответствующих меридиональному профилю ГМТЗ (по длине профиля - широты в диапазоне 41.3° - 42.5° , по широте профиля - долгота $75.2^{\circ} \pm 0.2^{\circ}$ в.д.). Выборка проводилась в интерфейсной программе WordToExcel.exe, разработанная для целей внедрения в процесс комплексной интерпретации геолого-геофизических материалов. Программа создана на языке программирования C# в среде Microsoft Visual Studio 2017, поэтому может быть установлена на ЭВМ любой версии Microsoft Windows, поддерживающей проекты, написанные в среде 2017 г. распространяемой по лицензии свободного программного обеспечения за авторством GNU Lesser General Public License [9] с использованием открытых библиотек. Она позволяет:

- считывать файл каталога землетрясений по сети KNET в формате *.doc/*.docx;
- в интерактивном режиме выбирать из него заданный диапазон: координат, периода наблюдений (определенные дни) и(или) энергетических классов (рис. 1);
- импортировать и отображать данные во временном хранилище;
- выводить графическое представление данных о распределении гипоцентров землетрясений по дням? в зависимости от глубины или от энергетического класса землетрясений;
- сохранять полученные графики в заданных форматах (*.emf, *.png, *.gif, *.jpg, *.tif, *.bmp)? с возможностью выбора названия итогового файла;
- сохранять полученные данные как исходной информации, так и после выборки данных из основной таблицы в файл формата *.xls или в текстовом формате *.bna. Файлы электронных таблиц (*.xls) содержат определенный порядок столбцов: год, месяц, день, часы, минуты, секунды, время в днях (от начала года), широта, долгота, глубина гипоцентра, энергетический класс.

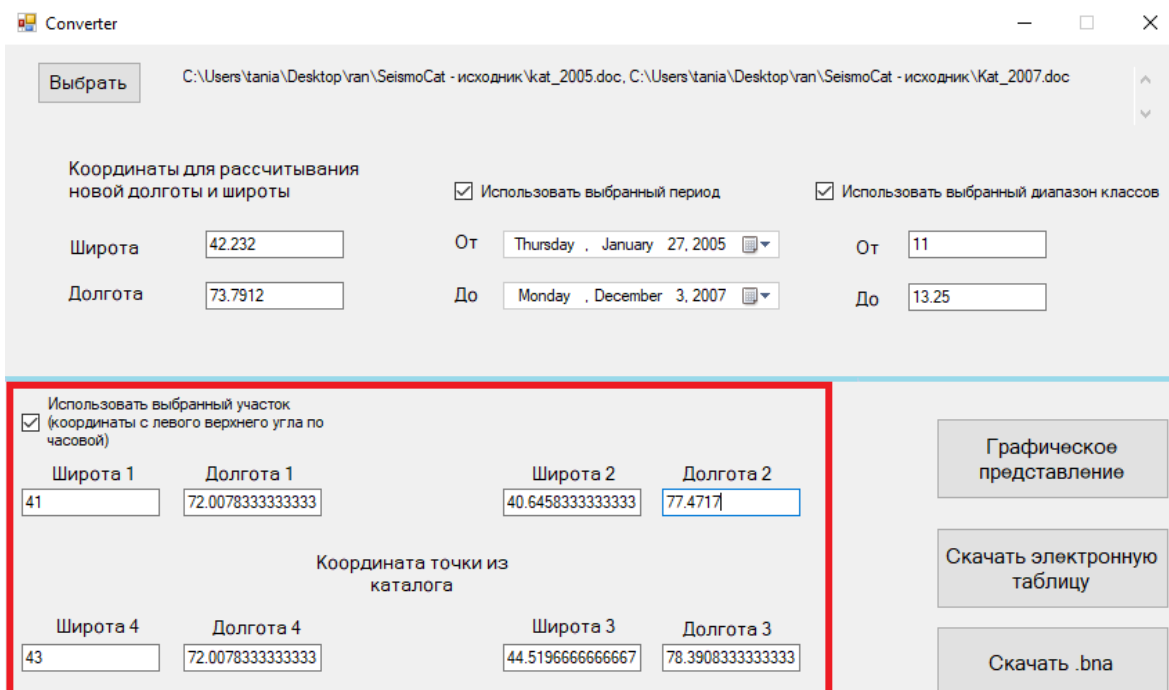


Рисунок 1. Интерфейс программа WordToExcel.exe. Красным прямоугольником показаны поля для интерактивного выбора границ изучаемой области

Исходные полевые данные МТЗ представляют собой *.edi-файлы. Для их обработки авторами работ [10, 11] было разработано в среде Microsoft Visual Studio 2010 и внедрено в работу сервисное программное обеспечение EDI2XLSX, на объектно-ориентированном языке программирования C# [11]. При его помощи исходные файлы подготавливаются в формате *.dat, для обработки и подачи на вход при построении геоэлектрической модели в другом программном комплексе - Rodi-Maskie, где решается обратная двумерная задача МТЗ для создания геоэлектрической модели [12]. После обработки результатов оператор может визуализировать геоэлектрическую модель в виде двумерного разреза, в котором изменение значения сопротивления показывается изменением цвета согласно некоторой цветовой шкале [11]. Например, на рис. 2 кажущиеся сопротивления со значениями от 2.5 Ом·м до 1585 Ом·м показаны радужной цветовой палитрой. Затем, по полученным табличным данным выборки по сейсмическому каталогу, строились графики распределения гипоцентров землетрясений по глубине вдоль линии профиля ГМТЗ в программе Excel с соответствующими настройками (прозрачная заливка диаграммы, обратный порядок значений на оси ординат). Наложения двух изображений проводились с особым вниманием, в соответствии с масштабом (рис. 2). Дальнейший анализ такой графики более информативен по сравнению со стандартными геоэлектрическими моделями. Очевидно, что вынесенные на рис. 2 землетрясения хорошо коррелируют с высокоомными или низкоомными блоками. Северная и южная части профиля отличаются плотностью гипоцентров землетрясений, а, следовательно, изменчивостью сейсмического режима. Такая разница свидетельствует о существовании взаимосвязи между глубиной вынесенных гипоцентров землетрясений и зонами аномальных значений электропроводности. Характер распределения геоэлектрических блоков различной электропроводности доказывает наличие современных геодинамических процессов Тянь-Шаня.

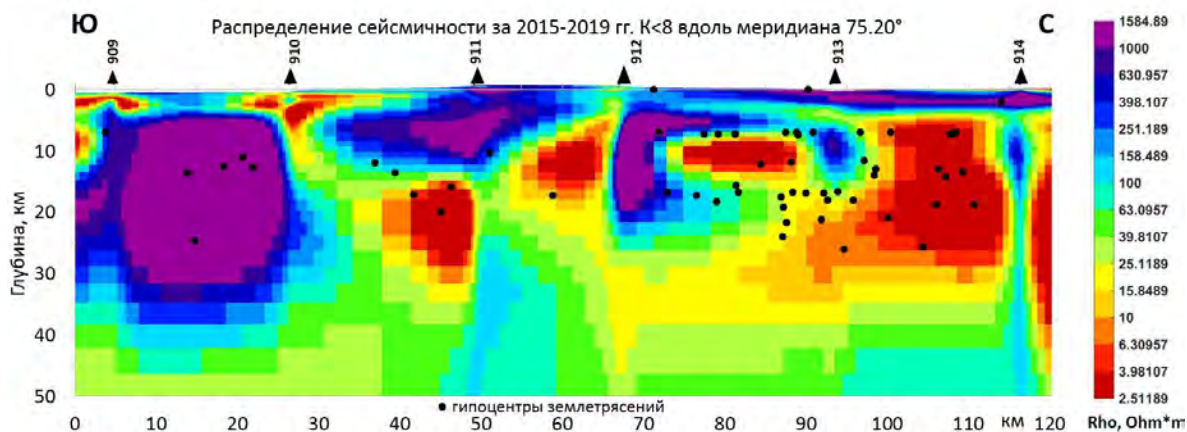


Рисунок 2. Результат совмещения геоэлектрической модели профиля ГМТЗ вдоль меридиана 75.20° и сейсмичности по каталогу сети KNET (НС РАН) за 2015-2019 гг. для землетрясений с энергетическими классами ниже 8

Апробируемый способ сопоставления распределения гипоцентров землетрясений (каталог KNET, НС РАН) на геоэлектрических моделях Тянь-Шаня позволяет оптимизировать интерпретацию данных магнитотеллурического мониторинга. Данный результат важен для решения чисто прикладных задач при построении комплексной геофизической модели. Совместный анализ геоэлектрической модели и сейсмичности несет важную информацию для понимания распределения глубинной электропроводности, являющейся индикатором активных геодинамических процессов и дающей косвенные оценки напряженно-деформационного состояния геологической среды.

Обработка данных для комплексного анализа геофизической информации, и данная публикация, выполнены в рамках государственного задания Федерального государственного бюджетного учреждения науки Научной станции РАН в г. Бишкеке на 2019-2021 годы (регистрационные номера АААА-А19-119020190063-2 и АААА-А19-119020190064-9).

Список литературы:

1. Непеина К.С. Изучение деформационных процессов на территории Бишкекского геодинамического полигона // Современная тектонофизика. Методы и результаты Материалы шестой молодежной тектонофизической школы-семинара. – Москва, 2019. - С. 175-179.
2. Баталев В.Ю., Баталева Е.А., Рыбин А.К., Александров П.Н., Матюков В.Е., Непеина К.С., Забинякова О.Б., Казначеев П.А. Теоретические обоснования исследований деформационных процессов в литосфере земли на основе сейсмических и электромагнитных полей эндогенного происхождения // Коллективная монография по материалам пленарных докладов VIII Международной молодежной научно-практической конференции, 4-7 октября 2018 г., г. Уфа. Ч. I. Математическое моделирование процессов и систем. Башкирский государственный университет / Ответственный редактор: С.А. Мустафина. – Стерлитамак, 2018. – С. 95-122.
3. Сайт Научной Станции РАН [www.gdirc.ru]. Дата обращения 27.12.2019.
4. Баталева Е.А., Мухамадеева В.А. Комплексный электромагнитный мониторинг геодинамических процессов Северного Тянь-Шаня (Бишкекский

геодинамический полигон) // *Geodynamics & Tectonophysics*. - 2018. - Т. 9. - № 2. - С. 461-487.

5. Рыбин А.К., Спичак В.В., Баталев В.Ю., Баталева Е.А., Матюков В.Е. Площадные магнитотеллурические зондирования в сейсмоактивной зоне Северного Тянь-Шаня // *Геология и геофизика*. – 2008. – № 5. – С. 445-460.

6. Сычева Н.А. Киргизская сейсмологическая сеть KNET // *Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета*. – 2016. – Т. 16. – № 5. – С. 175-183.

7. Непеина К.С. Обзор современной практики использования группирования сейсмометров на примере Средней Азии // *Сборник материалов X Международной конференции молодых ученых и студентов. Современные техника и технологии в научных исследованиях*. – 2018. – С. 85-90.

8. Патент РФ RU 2568342 С2. Система сбора сейсмических данных. 20.11.2015 / Патент на изобретение / Брагин В.Д., Матикс А.И., Дудинских Р.Р. Заявка № 2013159226/28 от 30.12.2013. – М.: Роспатент, 2015.

9. GNU Lesser General Public License. Version 2.1. 1999. Free Software Foundation, Inc. Boston, MA, USA.

10. Баталева Е.А., Забиякова О.Б., Баталев В.Ю. Разработка программного обеспечения для мониторинга электромагнитных параметров Бишкекского геодинамического прогностического полигона // *Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета*. – 2017. – Т. 17. – № 8. – С. 144-149.

11. Забиякова О.Б., Мансуров А.Н., Матюков В.Е. Сервисный программный комплекс для подготовки и проведения количественной интерпретации магнитотеллурических данных // *Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета*. – 2017. – Т. 17. – № 12. – С. 150-156.

12. Rodi W.L., Mackie R.L. Nonlinear Conjugate Gradients Algorithm for 2-D Magnetotelluric Inversion // *Geophysics*. – 2001. – V. 66. – pp. 174-187.

Деревья и кустарники в озеленении города Якутска

***Никитина Е. П., студент,
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,
г. Якутск
E-mail: nikitina2398@mail.ru***

***Научный руководитель:
к.б.н., доцент Борисова С.З.***

Одну из важных ролей в создании комфортной жизни человека в городских условиях выполняют зеленые насаждения. Растения положительно влияют не только на состояние городской среды, но и на здоровье человека. Современные города чрезмерно застроены, большие массивы жилых и общественных зданий, промышленные предприятия в черте города, широкая транспортная сеть являются постоянным источником стресса [5, с. 173].

Зеленые насаждения обладают рядом важных свойств, создающий микроклимат в городах, а также несут эстетический характер. Они понижают температуру в городе, снижают запыленность и снижают скорость движения ветра, защищают от

неблагоприятных ветров, регулируют влажность, выделяют фитонциды, благодаря которым уничтожаются болезнетворные микробы и бактерии, тем самым понижая статистику заболеваний населения. Помимо этого, они снижают уровень воздействия шума на человека, вырабатывают кислород, который необходим для существования всех живых организмов [2, с. 130]. Все эти свойства выполняют санитарно-гигиеническую функцию, которой обладают деревья и кустарники. Поэтому необходимо увеличивать их участие в озеленительных работах, а все потому, что разные виды деревьев и кустарников, обладая свойственным конкретному виду приспособлениями к окружающей среде (освещению, влажности, богатству и засоленности почв и пр.), могут быть использованы в различных условиях города. Их общая совокупность позволит повлиять на экологию города в целом.

Якутск - административный центр Республики Саха (Якутия), площадь которого составляет 122 м². В городе довольно остро ощущается проблема озеленения. Норма зеленых насаждений на 1 жителя составляет 0,4 м², что в 30 раз меньше от нормы малых городов России. При этом она достигается благодаря Парку культуры и отдыха, а также за счет территории ботанического сада Якутска [4].

В основном для озеленительных работ используются деревья и кустарники местной флоры, так как они могут спокойно выдерживать суровые климатические условия региона, которые сильно ограничивают использование многих декоративных растений, широко используемых других городах России и Европы. Для подбора устойчивых к местным условиям видов древесных растений в ботанических садах Якутии ведется интродукционный эксперимент, в который вовлекаются как местные, так и инорайонные представители декоративных деревьев и кустарников. Интродукционная устойчивость растений является основной оценкой для рекомендации включения тех или иных видов растений в озеленительный ассортимент [3]. По итогам интродукционного исследования были рекомендованы перспективные, для выращивания в экстремальных условиях Якутии, растения для озеленения города Якутска [2, 6]. Самый первый список был выпущен ботаническим садом Института биологии в 50-х годах под руководством Б.А. Карпель [6]. Затем была опубликована монография А.Е. Петровой с соавторами Романовой А.Ю., Назаровой Е.Н., в которой были описаны результаты испытаний 222 видов древесных растений из 70 родов и 29 семейств [6]. Из всех испытываемых растений 92 вида являются декоративными. Все они спокойно выдерживают климатические условия города, поэтому пригодны для озеленительных работ, тем самым повышая основной ассортимент декоративных растений. Из 222 интродуцированных растений в основном преобладают представители сибирской флоры (41 %), из них 31 % это местные растения, 15-17 % составляют виды из Восточной Азии, Дальнего Востока и Европы, также были испытаны представители Северной Америки и Средней Азии (9 % всех вовлеченных в интродукционный эксперимент видов древесных растений). Рекомендуемый озеленительный ассортимент разделяется на основную, дополнительную и ограниченную категорию [6]. Список декоративных древесных растений продолжает расширяться, за последние годы были рекомендованы новые виды, пригодные для выращивания в городских условиях [7-9].

Из рекомендуемых местных и инорайонных видов растений, которые прошли интродукционный эксперимент, в городе Якутске мало используются. В основном в насаждениях встречаются *Betula pendula*, *Salix bebbiana*, *S. viminalis*, *Rosa acicularis*, *Crataegus dahurica*, *Cotoneaster melancarpus*, *Ribes pauciflorum*, *Swida alba*, *Spiraea media*.

Из инорайновых – *Crataegus maximowiczii*, *C. sanguine*, *Caragana arborescens*, *Berberis amurensis*, *Sambucus sibirica*. Для оформления города редко используются такие породы как *Pinus sylvestris*, *Picea obovata*. Все перечисленные виды являются самыми встречаемыми в городском озеленении, всего флора зеленых насаждений включает 43 вида (10 – деревья, 33-кустарники). Из них 33 вида являются растениями природной флоры Якутии [4]. Перечисленные деревья и кустарники высаживаются вдоль улиц, реже в скверах.

Из рекомендуемого ассортимента деревьев и кустарников в зеленом оформлении города высаживается малая часть. По разнообразию древесных растений из сибирских городов, Якутск уступает Новосибирску, где в озеленении используется 178 видов, Томске – 126, Красноярске – 113, Омске- 79, Барнауле – 73 видов [10, с. 54]. Учитывая данную ситуацию необходимо полно использовать, рекомендованные интродукторами, ассортимент древесных растений, которые пригодны для озеленительных работ в городе Якутске, и продолжать испытывать новые виды растений и обновлять список декоративных растений.

Таким образом, наличие зеленых насаждений в городских условиях необходимо для человека, так как растения способны улучшать экологию города, создавать комфортную для жизни среду. В настоящее время в г. Якутске улучшить экологическую ситуацию возможно включив большее разнообразие в посадках устойчивых видов деревьев и кустарников, которые могут выдерживать климатические условия региона и экологию города. Особенно это важно для г. Якутска, так как его норма зеленых насаждений на 1 жителя очень мала. А для этого нам помогут разработки ботанических садов Якутии, имеющийся ассортимент декоративных растений, который используется не полно, рекомендации экологов по подбору видов растений к конкретным районам города, имеющие различные экологические условия.

Список литературы:

1. Горохов В.А. Зеленая природа города: Учеб. пособие для вузов/ В.А. Горохов. – М.: Архитектура, 2005. – 528 с.
2. Данилова Н.С. Декоративные растения Якутии. Краткий справочник / Н.С. Данилова, Т.Ю. Рогожина, А.Ю. Романова, С.З. Борисова, А.Е. Петрова. - Якутск: Бичик, 2010. - 64 с.
3. Данилова Н.С. Интродукционная устойчивость растений как основа для разработки ассортимента для озеленения населенных пунктов Центральной Якутии / Н.С. Данилова, Т.Ю. Рогожина, А.Ю. Романова, С.З. Борисова, Н.С. Иванова // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология. Иркутск: Изд-во Иркутского гос. ун-та, 2011. - Т. 4, № 2. - С. 17-22.
4. Данилова Н.С. Видовой состав и устойчивость древесных растений в насаждениях города Якутска/ Н.С. Данилова, С.М. Сабарайкина // Известия Самарского науч. центра РАН. - 2018. – Т. 20, № 5. – С. 71-80.
5. Кузнецов М.С. Роль и функции зеленых насаждений для улучшения экологии современных городов / М.С. Кузнецов, Е.Н. Летягина // Актуальная проблема управления: тезисы докл. Всерос. конф. (Ниж. Новгород, 25 декабря 2016 г.). – Ниж. Новгород. - 2016 – С. 173-176.
6. Петрова А.Е. Интродукция древесных растений в Центральной Якутии/ А.Е. Петрова, А.Ю. Романова, Е.Н. Назарова. – Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2000. – 269 с.

7. Трофимова И.Г. Древесные растения, рекомендуемые для озеленения г. Якутска / И.Г. Трофимова // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. Мат. XVII Международной научно-практической конференции (Барнаул, 24-27 мая 2018 г.). Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2018. - С. 521-523.

8. Трофимова И.Г. Интродукция древесных растений в Ботаническом саду СВФУ / И.Г. Трофимова // Перспективы фитобиотехнологии для улучшения качества жизни на Севере. Мат. III научно-практической конференции с международным участием и Научной школы по клеточной технологии. Якутск. - 2018. - С. 98-100.

9. Трофимова И.Г., Борисова С.З. Результаты интродукции *Rhododendron dauricum* в Центральной Якутии / И.Г. Трофимова, С.З. Борисова // Бюллетень Ботанического сада-института ДВО РАН. - 2018. - № 19. - С. 74-78.

10. Чиндяева Л.Н. Древесные растения и озеленения сибирских городов / Л.Н. Чиндяева, М.А. Томошевич, А.П. Беланова, Е.В. Банаев. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2018. – 457 с.

Отходы нефтедобывающих предприятий

*Ощепков С.Д., студент Института естественных наук
Герасимова Л.В., зав. лабораторией УНЛ «Экотехнополис»
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,
г. Якутск
E-mail: ekotexnopolis@gmail.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., декан факультета лесного комплекса и землеустройства ЯГСХА
Слепцова М.В.*

Актуальность: нефтедобывающая промышленность является самой экологически опасной отраслью народного хозяйства. К тому же эта отрасль увеличивается с каждым днем. Это неминуемо приводит к экологическим катастрофам, уменьшение площадей хозяйственных угодий, загрязнение вод, почв, атмосферы, ухудшение здоровья населения и т.д.

Цель: определить способы утилизации отходов нефтедобывающей промышленности.

Широкомасштабная эксплуатация недр и увеличение объемов нефтепереработки сопровождается повышенными рисками загрязнения окружающей среды, начиная от этапа разведки и добычи нефти и заканчивая использованием нефтепродуктов. Загрязнение окружающей среды имеет место при осуществлении процессов бурения скважин и подготовки их к эксплуатации. Бурение скважин сопровождается дисперсным разрушением пород, образованием бурового шлама, удалением его промывочной жидкостью. Основными видами технологических отходов, образующихся при бурении скважин, являются буровые сточные воды, а именно отработанный буровой раствор, буровой шлам, а также замазученный грунт, металлолом, твердые бытовые отходы, использованные бочки, тара и др. Кроме того на добывающих и эксплуатационных скважинах нефти, газа и конденсата образуются нефтешламы, парафиновая пробка и отработанные масла; на объектах трубопроводного

транспорта нефти и газа – нефтешламы, кристаллогидратная пробка, отработанные масляные фильтры и твердые фильтрационные материалы. На объектах хранения и переработки нефтепродуктов основными отходами являются нефтешламы, кислый гудрон, отработанные катализаторы, адсорбенты, шлам регенерации масел, продукты очистки технологического оборудования, продукты очистки емкостей, отработанные осушители газов и молекулярные сита [1].

Наибольшей миграционной способностью, в буровых растворах, обладают соленая вода и водонефтяная эмульсия. На территории месторождений почвы, поверхностные и грунтовые воды загрязняются нефтепродуктами и нефтепромысловыми сточными водами, в результате этого в почвах изменяются гумусное состояние, кислотно-основное равновесие, ферментативная активность, состав и формы элементов.

Основное влияние на почвенно-растительный покров в случае разлива нефти и нефтепродуктов сводится к снижению биологической продуктивности почвы и фитомассы растительного покрова. При разливе нефти в количестве 12 л/м³ фитомасса наземной части растений через 3 года уменьшается на 74 %, а при разливе 25 л/м³ – на 90 % за один год. Период самовосстановления растительного покрова для северных условий составляет от 10 до 15 лет, для южных значительно меньше [2].

При эксплуатации месторождений наибольшую опасность для объектов окружающей среды представляют выбросы в атмосферу углеводородов и сброс сточных вод. В факелах ежегодно сжигается около 7 млрд. м³ нефтяного газа, что составляет не более 20% от всего извлекаемого объема. С учетом нефтяных газов при добыче теряется около 3,5% сырой нефти.

В настоящее время утилизируются не более 70% попутных нефтяных газов, а остальная часть сжигается в факелах. Нефтяной попутный газ представлен в основном метаном, азотом, кислородом и углекислым газом. При сжигании окружающая среда также загрязняется теплом, что способствует появлению парникового эффекта в приземном слое тропосферы [1].

Сегодня проблема обеспечения комплексности и экологической безопасности, при утилизации нефтегазопромышленных отходов с дополнительным извлечением минерального сырья, рассматривается в аспекте приоритетов развития и создания инновационных технологий XXI века.

При этом решаются три главные задачи:

1. комплексность утилизационного подхода, предполагающая создание безотходных производственных процессов с замкнутым или оборотным технологическим циклом;
2. обеспечение экологической безопасности, предусматривающей перевод всех составляющих нефтегазопромышленных отходов в экологически безопасные или инертные вещества;
3. дополнительное извлечение минерального сырья, предполагающее расширение минерально-сырьевой базы за счет трансформации нефтегазопромышленных отходов в полезный товарный продукт.

Научное обоснование практической реализации комплексного подхода к утилизации нефтегазопромышленных отходов, для обеспечения экологической безопасности нефтегазодобывающих процессов и дополнительного извлечения минерального сырья, было доказано автором Т.Д. Ланиной [3].

Способы утилизации нефтесодержащих отходов:

- Помещение в герметичную тару и захоронение на специальных полигонах. Способ не является экологически целесообразным из-за риска утечек и аварий. Его применение может привести к экологическим катастрофам. Кроме того, экономически гораздо выгоднее использовать нефтеотходы вторично.
- Обеззараживание и переработка. Данный способ включает методы:
 - Термический метод предусматривает сжигание отходов нефтепереработки в печах, сушку, пиролиз и термическую десорбцию. Более всего используется сжигание в барботажных, камерных, шахтных, вращающихся печах и в кипящем слое. Кроме того, что сжигание ведет к бессмысленным потерям продуктов, которые можно еще использовать, при данном способе утилизации происходит химическое и тепловое загрязнение окружающей среды.
 - Химический метод базируется на использовании растворителей, таких как легкокипящие парафины, газовый конденсат, и других легких углеводородов. Смысл переработки заключается в растворении нефтесодержащих отходов в растворителях и последующее отделение их от камней, гравия, песка и других твердых частиц, а также воды. Этот метод переработки хорош тем, что продукты нефтепереработки, попавшие в отходы, могут использоваться повторно. Например, если нефтеотходы обрабатываются реагентами на основе негашеной извести, то образуется рассыпчатый гидрофобный материал, который с успехом применяется в дорожном строительстве (необходимо мониторить в последующем воздействие такого покрытия на окружающую среду). Недостаток метода в том, что он требует большого количества растворителей.
 - Биологический метод переработки заключается в использовании микроорганизмов, которые «питаются» органическими веществами, содержащимися в нефтешламах. Метод недорогой, безопасный, не требует применения специальной техники (подойдут обычные экскаваторы и бульдозеры). Однако следует учесть, что под отстойники придется изымать площади в основном сельскохозяйственных земель. Метод недоступен при низких температурах, и эффекта придется ждать очень долго.
 - Физико-химический метод заключается в расслоении нефтешламов с помощью специально подобранных ПАВ, а также дополнительных реагентов, влияющих на размер частиц. Данный метод отличается высокой эффективностью при использовании сравнительно небольшого количества реагентов, сочетается с химическим и биологическим методами переработки. Недостаток заключается в довольно высокой стоимости реагентов и в использовании специального оборудования. Кроме того, в результате физико-химической переработки образуются твердые отходы, которые сложно утилизировать.

В настоящее время набирает популярность сорбционный метод утилизации отработанных нефтепродуктов. Суть заключается в том, что нефть заполняет полости сорбента, после чего ее можно легко утилизировать. Сорбент собирает остатки нефти и ее продуктов полностью, в том числе и радужную пленку. После отработки необходима утилизация сорбента [4].

Список литературы:

1. Бисенова Л.Е., Торегалиев О.Т. Производственные отходы нефтяной промышленности и области их применения // Материалы VII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». [Электронный ресурс]. URL: <https://scienceforum.ru/2015/article/2015011379>
2. Ручникова О.И. Экологические технологии: обзор основных направлений использования нефтеотходов в качестве вторичного сырья //Инженерная экология. - 2004.- № 1. – С. 2-15.
3. Ланина Т.Д. Процессы переработки пластовых вод месторождений углеводородов: монография / Т.Д. Ланина, В.И. Литвиненко, Б.Г. Варфоломеев. – Ухта: УГТУ, 2006.- 172 с.
4. Как утилизируют отходы нефтепродуктов. [Электронный ресурс]. URL: <https://vtorothody.ru/utilizatsiya/othodov-nefteproduktov.html>

Рациональное природопользование-способ гармонизации взаимодействия "человек-природа"

*Рудаков Д.А., студент
Филиал Кузбасского государственного технического университета
имени Т.Ф. Горбачева в г. Междуреченске,
г. Междуреченск
E-mail: danilrud2112@gmail.com*

*Научный руководитель:
Реймер Н.И.*

Человек – часть природы, её порождение, он может создавать, используя природные ресурсы. Способен жить только в тех природных условиях, к которым приспособился в результате эволюции.

Много лет стремясь покорить природу и господствовать над ней, человек неожиданно для себя оказался на грани экологической катастрофы. Вследствие чего, вопрос рекультивации нарушенных земель в Кузбассе, его актуальность на сегодняшний день, обусловлен, прежде всего тем, что при добыче угля открытым или подземным способом происходит изменение ландшафтов, получают развитие связанные с этим процессы эрозии; нарушение почвенного покрова; загрязнение воздушного бассейна; загрязнение воды; обеднение биологического разнообразия. Из-за чего возникает не только загрязнение атмосферы, почв и воды, но и ухудшение санитарно-гигиенических условий жизни населения близ прилегающих угольных предприятий. Загрязнение окружающей среды и изменения экологических параметров имеют медленный, аккумулятивный эффект неблагоприятных последствий для здоровья человека, проявляющийся через много десятилетий. Рекультивация нарушенных земель является необходимым способом восстановления разрушенных экосистем, сохранения биологического разнообразия и увеличения экологической емкости территории. Только за 2017 год площадь нарушенных земель Кузнецкого бассейна составляет 3171,5 тыс. га, а площадь рекультивированных всего 152,7 тыс. га.

По данным О.И. Глебовой¹, в равнинной части Кузнецкой котловины общая площадь нарушенных земель составляет порядка 80 тыс. га. Эти площади сосредоточены в густонаселенных районах Кузбасса: Ленинск-Кузнецкий, Прокопьевский, Междуреченский, Киселевский, и занимают по своей площади 15-20% территории. На космических снимках видно, что около 45% от всей площади Кемеровской области не природный, а антропогенный ландшафт. Этот показатель более чем в 10 раз превосходит средний показатель по Российским областям. И все выше сказанное вполне может отнести Кузбасс к зоне экологического бедствия.

На сегодняшний день вопросы по рекультивации земель урегулированы в Основном положении о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы, утвержденным Приказом Минприроды РФ Х9525, Роскомзема М67 от 22 декабря 1995 г. Данный приказ перечисляет земли, подлежащие рекультивации. В этот список входят земли, которые нарушены вследствие добычи полезных ископаемых открытым или подземным способом².

Приказ Минприроды и другие нормативно-правовые акты, регулирующие правовую составляющую рекультивации земель, были первыми попытками урегулировать вопрос землепользования в период сложной экономической обстановки в России. С тех пор прошло уже два десятилетия. И на сегодняшнем этапе, в соответствии с современными условиями, проблема совершенствования правовых норм, которые регулировали бы эффективность и порядок проведения рекультивации нарушенных земель стоит в первоочередных задачах. В рамках решения данной проблемы Советом народных депутатов Кемеровской области был разработан и внесен на рассмотрение в Государственную Думу РФ законопроект «О внесении изменения в 12 статью Закона РФ «О недрах». И хотя проблема восстановления земель стоит очень остро, ее решение не сдвинулось с мертвой точки.

Данные нововведения в 12 статью Закона РФ «О недрах», предполагают в лицензию на пользование недрами внести сумму возмещения от ущерба, наносимого при нарушении земель. Авторами законопроекта предложено дополнить лицензию соглашением, которое обязует возместить весь ущерб страхованием ответственности на сумму, равную стоимости рекультивации нарушенных земель. Весь порядок и условия страхования будут регулироваться на уровне Правительства РФ. Необходимость подобных нововведений связана в первую очередь, с целью обеспечения финансовой составляющей работ, проводимых с землями, подлежащими рекультивации. Ведь промышленные предприятия, нарушающие естественный ландшафт, выделяя средства на рекультивацию, отдадут предпочтения самым дешевым и простым технологиям или вообще, ссылаясь на финансовые трудности, накапливают фонд земель, ожидающих рекультивацию. В статье 8.7. КоАП РФ прописан штраф за невыполнение или несвоевременное выполнение обязанностей по восстановлению земель, который для юридических лиц составляет 400 000 - 700 000 рублей. Некоторым предприятиям проще заплатить штраф, поскольку он несоизмерим с бюджетами на рекультивацию. А такая тенденция, в ряде случаев, приводит к серьезным экологическим последствиям.

Однако остается непонятным, каким образом будет рассчитываться сумма страховки, если конкретная величина восстановительных работ, будет определена не в начале проектирования, а только после окончания процесса добычи полезных ископаемых. Да и вопрос обязательности страхования требует особого нормативного регулирования, а страховать расходы только на рекультивацию просто нецелесообразно. Необходимо доработать соответствующие положения законопроекта или использовать другое регулирование при финансировании рекультивации земель. Правительством РФ подготовлен проект закона, предусматривающего в закон «О недрах» внести поправки - ликвидационные фонды. Предприятие, занимающееся использованием недр, должно на момент начала работ иметь специальный фонд, служащий для обеспечения обязательства предприятия на финансирование ликвидации горных выработок и рекультивационные работы в полном объеме.

Возможность реализации рекультивационных работ в полной мере возможно не только при принятии пакета законов на федеральном уровне, но и на изменении законодательства на региональном уровне, ведь акты общего правового регулирования не учитывают особенности уже сложившейся в регионе экологической обстановки и природный ландшафт местности. Ежегодно в Кузбассе объемы рекультивации существенно отстают от объемов нарушения, разрыв между ними увеличивается, общая площадь нарушенных земель растёт с каждым годом. В это же время большинство предприятий, за исключением вновь вводимых, имеют значительные площади отработанных земель и не задействованные ни в настоящем, ни в будущем в производственном процессе, то есть подлежащие рекультивации. В таблице 1 представлены данные Минэнерго по угольным компаниям Кузбасса, имеющим отработанные земли.

Таблица 1

Угольные компании Кузбасса имеющие отработанные земли и не выполнявшие рекультивацию нарушенных земель в 2016-2018 гг.

Угольная компания	Площадь нарушенных земель, га		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.
АО «УК «Кузбассразрезуголы»	332,0	263,4	1078,4
АО «ХК «СДС-Уголь»	321,4	398,6	417,8
ООО «Распадская УК»	0	511,1	239,3
ПАО «Кузбасская ТК»	104,0	183,0	207,0
АО «Сибирский антрацит»	90,3	115,8	104,0
АО «Кузнецкинвестстрой»	89,3	125,7	54,3
ООО «Разрез Бунгурский-Северный»	3,8	3,8	40,4

Теперь проанализируем данные тех, кто выполнял рекультивацию. В таблице 2 показаны данные угольных компаний, проводивших рекультивацию, однако площади нарушенных земель в разы превышают объёмы рекультивированных работ. Площадь нарушенных земель в Кузбассе от общего показателя угольной отрасли в РФ растёт, а рекультивация снижается.

Таблица 2

Угольные компании Кузбасса выполнявшие, согласно статистическим данным, рекультивацию нарушенных земель в 2016-2018 гг.

	Угольные компании	Площадь нарушенных земель, га			Площадь рекультивированных земель, га		
		2016г.	2017г.	2018г.	2016г.	2017г.	2018г.
1	ЗАО «Сиройсервис»	767,9	1053,4	877,6	0	0	29,3
2	АО «СУЭК-Кузбасс»	428,8	490,6	1826,8	118,4	191,6	25,0
3	ООО «Сибэнергоуголь»	59,2	98,8	81,5	0	0	20,0
4	ПАО «Южный Кузбасс»	42,7	40,2	72,5	15,0	20,2	17,3
5	АО «ТалГЭК»	0	93,1	81,8	0	0	10,2
6	ООО «Разрез Кийзасский»	435,7	320,4	236,1	0	0	3,8
7	ООО «Разрез Кайчакский»	1,1	1,2	2,1	3,5	3,7	3,6
8	ООО «ММК-Уголь»	91,6	57,3	97,1	1,4	1,2	1,1
9	ООО «УК ЕВРАЗ Междуреченск»	4,7	29,3	667,3	0	8,9	0
10	ЗАО «ТопПром»	0,1	0	58,5	0	0,9	0
11	ООО «ПХМ-Уголь»	0	5,2	14,3	0	0,6	0
12	ООО «Энергоуголь»	14,7	12,6	65,1	9,4	0	0
13	ООО «УК Талдинская»	3,5	0	0	3,5	0	0
14	ООО «Кокс-Майнинг»	69,1	0	0	1,1	0	0
15	АО «ОУК Южкузбассуголь»	28,5	7,3	267,6	0,4	0	0
	Итого:	1947,6	2209,4	4348,2	152,7	227,1	107,3

Анализируя эти данные можно увидеть, что восстановление нарушенных земель в Кузбассе осуществляется очень слабо, всего 10% от общей площади земель, нуждающихся в рекультивационных работах. И если показатель нарушенных земель в 10 раз превосходит средний показатель по России, то показатель по рекультивации самый низкий. И если так пойдет дальше весь рельеф Кузбасса, в скором времени, изменится до «лунного ландшафта».

К причинам этой ситуации можно отнести сложные горно-геологические условия Кузбасского бассейна. Однако краеугольным камнем является отсутствие региональной законодательной базы по рекультивации, которая обязывала бы горнодобывающие предприятия региона восстанавливать нарушенные земли. Необходима комплексная программ экологического развития, которая включала бы в себя: экологический мониторинг и аудит предприятий угольной промышленности; общественную экологическую экспертизу; разработку и внедрение механизмов залоговых платежей при отводе земельного участка под работы, связанные с нарушением земель; разработку и принятие региональной целевой научно-обоснованной программы восстановления нарушенных земель; внедрение в производство передовых технологий добычи угля, обеспечивающих снижение землеёмкости горных работ.

Выполнение этих мероприятий, а также принятие федеральных и региональных законов «О рекультивации земель», «Об охране почв», «О плате за

негативное воздействие на окружающую среду», «Об экологической экспертизе», «Об экологическом аудите», «Об экологическом страховании» создадут правовые основы государственного регулирования деятельности в области охраны земель и окружающей среды, повысят ответственность за нарушение требований по охране земель и позволят предотвратить дальнейшую деградацию почв, обеспечивая тем самым реализацию конституционных прав граждан на благоприятную окружающую среду.

Список литературы:

1. Глебова О.И. Биогеографические исследования сингенетичности почв и растительности техногенных ландшафтов // Природа и экономика Кузбасса. 2014. Вып. 12, Т.2.

2. Приказ Минприроды К2525, Роскомзема Х67 от 22 декабря 1995 г. «Об утверждении Основных положений о рекультивации земель».

3. Сметанин В.И. Рекультивация и обустройство нарушенных земель: учебник/ М.: Колос, 2000 -96 с.

**Возможность прогнозирования наступления предельного состояния рам
автосамосвалов на элементах-свидетелях**

*Румянцев О.Р., студент,
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,
г. Якутск
E-mail: aleg_1910@mail.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент Михайлов В.Е.*

Вследствие естественного разброса свойств материалов и условий эксплуатации, диапазон индивидуальных значений ресурса рам автосамосвалов весьма широк. Поэтому, особый интерес представляет проблема прогнозирования индивидуального ресурса рам по результатам наблюдений за их состоянием в процессе эксплуатации.

Прогнозирование индивидуального остаточного ресурса позволяет предупреждать возможные отказы и непредвиденные достижения предельных состояний, а также более правильно планировать периодичность диагностических и профилактических мероприятий. Знание индивидуального остаточного ресурса металлоконструкций дает возможность также регулировать режим эксплуатации с учетом накопления повреждений в наиболее опасных участках конструкции.

Одним из перспективных путей прогнозирования индивидуального остаточного ресурса металлоконструкций является использование, так называемых, элементов-свидетелей [1].

Таким образом, для эффективного слежения за изменением технического состояния системы необходимо постоянно фиксировать эволюцию показателя надежности системы. Под показателем напряженности механических систем выбирается параметр, история изменения которого предполагает появление и развитие неисправности в них.

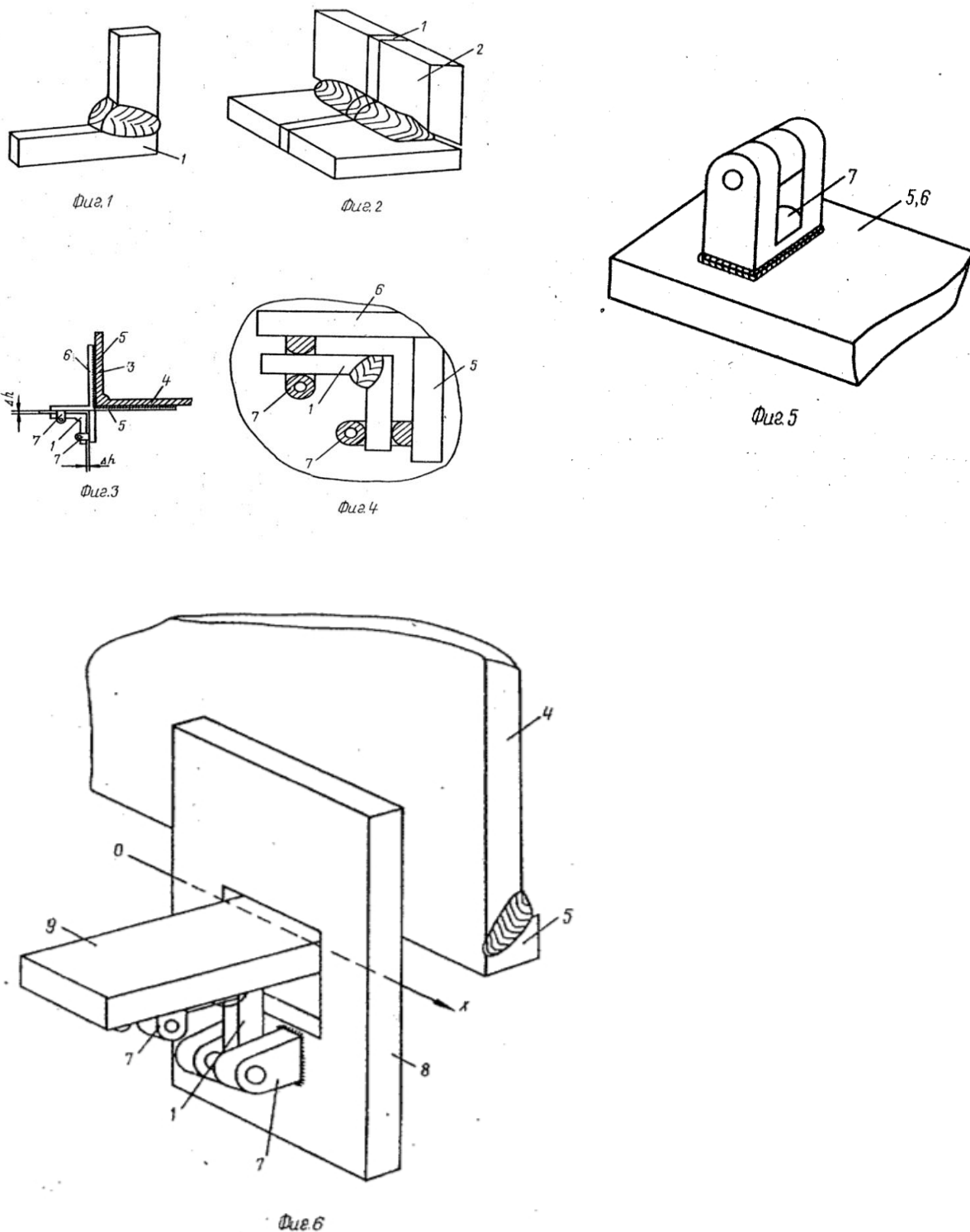
Например, образование усталостных трещин в зоне концентрации напряжений зависит от истории ее деформирования во время эксплуатации системы. Допустим, что имеются два элемента отличающиеся по своей форме, изготовленные из идентичного материала. Если напряженно-деформированное состояние во время эксплуатации системы, в которую они входят, в некоторой области этих элементов одинаково, то усталостные трещины в них должны возникнуть приблизительно за одинаковый промежуток времени.

Пусть элемент конструкции подвергается действию нагрузок $q(t)$, тогда элемент-свидетель, установленный на нем, воспринимает эти нагрузки с некоторым масштабным коэффициентом h , так что воздействие на элемент-свидетель $\varepsilon(t)$ (например, его деформация) пропорциональна текущему уровню нагрузки $q(t)$. Таким образом, $\varepsilon(t) = h \cdot q(t)$. Под действием нагрузки $q(t)$ в элементе конструкции возникает повреждение $\psi(t)$, а в элементе-свидетеле повреждение $\varphi(t)$. Поскольку реакция датчиков на воздействие имеет разброс, то повреждение элемента-свидетеля условный процесс $\varphi(t/\rho)$. Его значения зависят от процесса $\varepsilon(t)$ и вектора ρ свойств элемента-свидетеля. Исследование свойств элемента-свидетеля позволяет оценить плотность вероятности $p(\rho)$. После этого решается обратная задача: по измеренному процессу $\varphi(t/\rho)$ оцениваем значения $\check{\varepsilon}(t)$ процесса $\varepsilon(t)$, а по ним значения повреждений в объекте, используя данные о процессе нагружения. Результатом расчета служит оценка $\check{\psi}(t_k/T_k)$ повреждения объекта. Если элемент-свидетель изготавливать из того же материала, что и конструкцию, то этот процесс существенно упрощается. Удачный подбор подобия позволяет установить такое значение h для рабочей части элемента-свидетеля, что соблюдается неравенство $\psi(t) < \varphi(t)$. В этом случае разрушение элемента-свидетеля является сигналом о наступлении опасного состояния и всегда предшествует отказу элемента конструкции.

Оценка ресурса конструкции во время эксплуатации с помощью элементов-свидетелей осуществляется следующим образом: а) определение опасной области конструкции, где наиболее часто начинается разрушение; б) определение коэффициента концентрации напряжений K в опасной области конструкции; в) расчет геометрических параметров элементов-свидетелей с учетом особенностей нагружения в месте их крепления на конструкции; г) изготовление элементов-свидетелей из материала конструкции; д) установка элементов-свидетелей в области конструкции, испытывающей аналогичные с опасной областью деформации; е) наблюдение за состоянием элементов-свидетелей во время эксплуатации конструкции.

Задача определения опасной области конструкции заключается в установлении элемента конструкции с наименьшей надежностью, и области с наибольшим риском разрушения. Решение этой задачи осуществляется путем анализа конструктивного оформления объекта, с учетом его фактической нагруженности, с помощью экспериментальных и статистических исследований. Экспериментальные исследования заключаются в поиске областей с максимальными деформациями и повреждениями, с помощью тензометрирования, рентгеновских методов, и др. Сущность статистических исследований заключается в анализе отказов аналогичных объектов при реальных условиях эксплуатации.

На основе этой идеи получен ряд патентов и авторских свидетельств [2- 9]. Патент РФ №1647360 позволяет определить наступление предельного состояния во внутренних швах лонжероны рамы большегрузного самосвала.



Образец-свидетель 1 выполнен в виде углового соединения, например, вырезанного из сварной конструкции 2, из центральной ее части. На внешней поверхности сварного соединения 3, на элементах 4 и 5 закрепляют рычаги 5 и 6, к которым через цилиндрические опоры 7 прикрепляют образец-свидетель 1.

Рычаги могут быть выполнены в виде пластины 8 с отверстием, в которое вставлен рычаг в виде пластин 9. Толщина рычагов не должна быть меньше толщины стенок конструкции для обеспечения жёсткости связи конструкции с образцом-свидетелем.

При угловых деформациях элемента конструкции рычаги поворачиваются вокруг оси симметрии, при этом их свободные концы поворачиваются относительно друг другу на одинаковый угол со стенками элемента конструкции. Эти угловые деформации через цилиндрические опоры рычаги передают на образец-свидетель, который изготовлен из материала конструкции и испытывает несколько более высокие угловые деформации из-за наличия зазора между образцом-свидетелем и рычагом. Образец свидетель идентичен по форме поперечного сечения прогнозируемому угловому соединению конструкции и по ширине не более 1/3 ширины плеч рычагов, на которых он крепится. Последнее условие необходимо для обеспечения жёсткости плеч рычагов относительно образца-свидетеля. Поскольку деформации образца-свидетеля подобны, но несколько больше деформаций углового соединения 3, то по времени до разрушения образца-свидетеля можно судить о долговечности конструкции.

Список литературы:

1. Михайлов В.Е., Лепов В.В., Алымов В.Т., Ларионов В.П. Замедленное разрушение металлоконструкций - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1999г, -224с.
2. Михайлов В.Е., Слепцов О.И., Макаров В.В. Способ оценки усталостной долговечности конструкции. А.с. СССР № 1569661.
3. Михайлов В.Е., Слепцов О.И., Ноев И.И. Способ определения начала разрушения конструкции. А.с. № 1562750.
4. Михайлов В.Е. Способ оценки ресурса конструкции. А.с. СССР, №1829601.
5. Михайлов В.Е., Ноев И.И. Способ определения остаточных напряжений в металлических деталях. А.с. №1746216.
6. Ноев И.И., Михайлов В.Е. Способ усталостных испытаний конструкции. А.с. №1698691.
7. Михайлов В.Е. Способ испытаний конструкций на усталость при растяжении. Патент РФ №1748008. Роспатент.
8. Михайлов В.Е. Способ оценки усталостной долговечности конструкций. Патент РФ №1647360. Роспатент.
9. Михайлов В.Е. Способ определения скорости развития повреждений в конструкции. Патент РФ №1796963. Роспатент.

Быстрые вариации метана в летне-осенний период на арктическом побережье (Ст. Барроу)

Стародубцев В.С., мнс¹, магистрант²,

*¹Институт космических исследований и аэронавтики им. Ю.Г. Шафера
СО РАН, г. Якутск*

*²Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова,
г. Якутск*

E-mail: starodubir@mail.vsn.ru

Введение

Эффекты глобального изменения климата, вызванного повышением содержания в атмосфере парниковых газов (CH₄, CO₂ и др.), наиболее заметны на высоких широтах, в арктической зоне, где темпы роста температуры в два раза превышают средние по Земному шару [1]. Рост температуры оказывает разрушительное действие на вечную мерзлоту, содержащую в большом количестве (по приблизительным оценкам не менее 1400 Гт метана [2]) парниковые газы CH₄, CO₂, и, соответственно, повышает эмиссию метана из почвы.

По сравнению с основным парниковым газом CO₂ уровень концентрации метана в атмосфере значительно ниже, но по потенциалу глобального потепления метан более чем в двадцать раз [3] превышает аналогичный показатель углекислого газа. Таким образом, выброс в атмосферу метана в результате деградации вечной мерзлоты повысит темпы нагрева атмосферы. Это обстоятельство определяет актуальность исследований метана в арктической зоне, результатам которых посвящен ряд публикаций [4-8].

Целью данной работы является исследование особенностей быстрых вариаций концентрации атмосферного метана на арктическом побережье по данным наземных и спутниковых наблюдений.

Используемые данные

В работе использованы данные станции Барроу (71°36' с.ш., 156°6' з.д.), расположенной в 500 км к северу от полярного круга (Рис. 1). Данные станции размещены в открытом доступе на интернет – ресурсе (ds.data.jma.go.jp/gmd/wdcgg). Местность вблизи станции характеризуется отсутствием крупных инфраструктурных объектов, а также низкой плотностью населения, что снижает уровень антропогенного влияния на результаты наблюдений.

Измерения метана на ст. Барроу проводятся в непрерывном режиме с 1986 г. и по настоящее время. Для измерения концентрации газовых компонент используется плазменно-ионизационный спектрограф. Данные имеют среднечасовой формат представления, даты и время указаны в формате UTC.

Данные по направлению и скорости ветра, имеющие среднечасовой формат, были взяты из интернет-ресурса – https://www.esrl.noaa.gov/gmd/dv/data/index.php?parameter_name=Meteorology&site=BRW.

Помимо наземных измерений, в работе использованы данные бортового радиометра AIRS (Atmospheric Infrared Sounder), представляющие собой карты

среднемесячного распределения метана с разрешением 1x1 град. (продукт AIRX3STM), доступные по URL-ссылке <https://giovanni.gsfc.nasa.gov>.

Для трассировки путей переноса воздушных масс была использована модель HYSPLIT (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory model), которой можно свободно пользоваться через web-интерфейс по URL-адресу <https://www.ready.noaa.gov/hypub-bin/trajtype.pl?runtype=archive>.

Обсуждение

В результате анализа набора наземных данных измерений метана с 1986 по 2018 гг. был выделен период июнь-ноябрь, в течение которого чаще наблюдались резкие скачки (повышения) значений концентрации метана со следующими признаками:

- резкому повышению CH_4 предшествовал спокойный, невозмущенный период в течение не менее трех суток;
- амплитуда скачка CH_4 превышала невозмущенные значения на $\sim > 5\%$;
- длительность отдельных скачков повышений концентрации метана составляла от нескольких/десятков часов до нескольких суток;
- после внезапных повышений метана наблюдался спокойный период длительностью не менее трех суток.

Пример одного из рассматриваемых событий с резким повышением концентрации метана представлен на рис. 1а, из которого следует, что в течение 7-12 августа 2010 г. концентрация метана оставалась на невозмущенном фоновом уровне. Начиная с 13 по 17 августа, наблюдаются несколько резких скачков концентрации с высокими амплитудами. После 17 августа концентрация метана снижается до невозмущенных значений и сохраняется на данном уровне в течение нескольких суток.

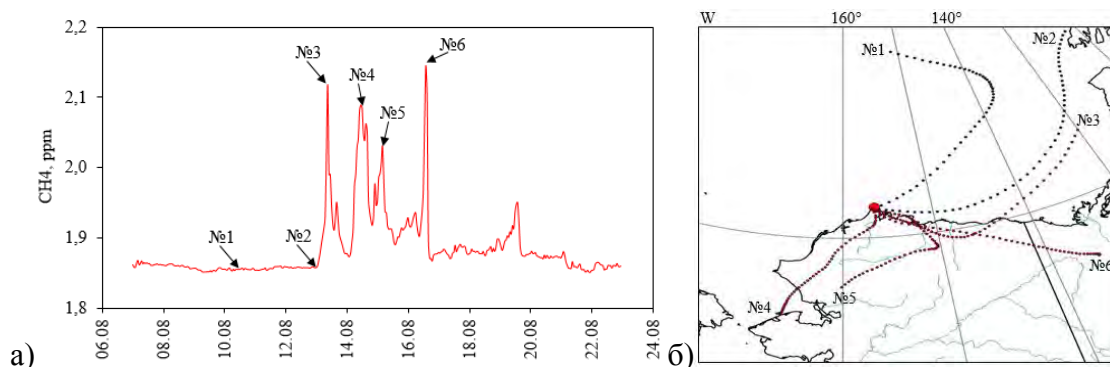


Рис. 1а) вариации концентрации метана на ст. Барроу 7-22 августа 2010 г; б) рассчитанные по модели HYSPLIT траектории переноса воздушных масс для соответствующих временным меткам датам

По модели HYSPLIT были проведены расчеты траекторий переноса воздушных масс в течение двух суток, предшествующих отмеченным стрелками (рис. 1б) датам. Результаты трассировки представлены на рис. 1б. Временной интервал между точками траектории соответствует одному часу. Траектории синего цвета (№1, №2) соответствуют невозмущенным значениям концентрации метана – 10 и 12 августа, а «красные» траектории (№3-6) – резким скачкам значений концентрации 13-15 и 16 августа, соответственно.

Как следует из рис. 1б, «синие» траектории (№1 и №2) полностью находятся в акватории моря Бофорта. Траектория красного цвета №3, хотя и берет свое начало в

море Бофорта, но последние без малого 1,5 суток проходит через сушу. Остальные траектории (№4-6) полностью/преимущественно лежат в пределах суши. Таким образом временной ход концентрации метана, представленный на рис. 1а, вероятнее всего объясняется характером ветровой динамики: ветры, приходящие со стороны суши, приносят воздушные массы с высоким содержанием метана и тогда на ст. Барроу регистрируется резкое его повышение, а ветер с севера – воздух с низкой концентрацией CH_4 и, соответственно, содержание метана опускается до невозмущенных значений.

На рис. 2 представлены зависимости концентрации метана (красные маркеры) и скорости ветра (синие маркеры) от азимута ветра в периоды декабрь-май и июнь-ноябрь, усреднённые за весь период наблюдений (1986-2018 гг.). Направлению ветра, дующего с суши, соответствует азимутальный сектор 80-280 град., остальные направления относятся к ветрам, дующим с акватории северных морей (Бофорта, Чукотского). Можно отметить характерную для арктического побережья ветровую динамику – ветры с северных морей в среднем имеют заметно большую амплитуду, по сравнению с южными ветрами.

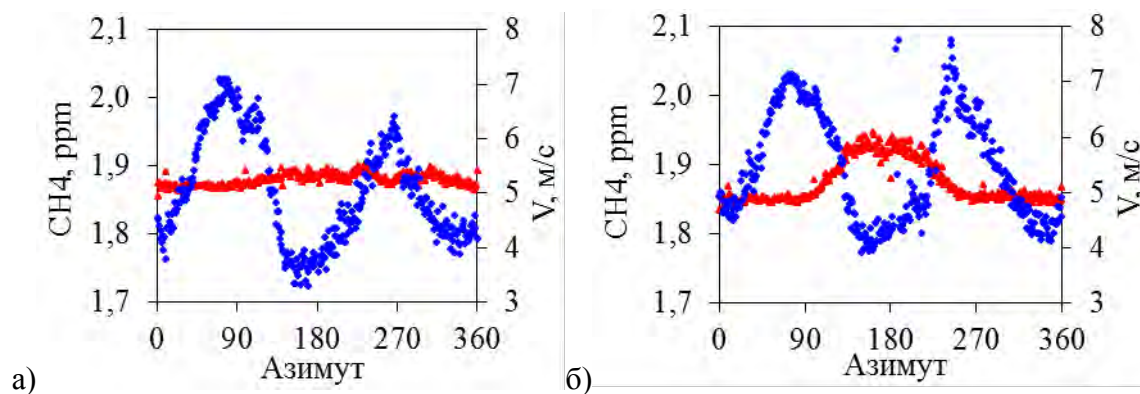


Рис. 2 Зависимость концентрации метана и скорости ветра от азимута: а) декабрь-май, б) июнь-ноябрь 1986 – 2018 гг.

Как видно из графика (рис. 2а) уровень концентрации метана в декабре-мае не зависит от направления (азимута) ветра. Тогда как рис. 2б показывает, что в июне-ноябре для азимутального сектора суши наблюдаются заметно более высокие значения метана ($\sim >5\%$), по сравнению с азимутами ветров, дующих со стороны северных морей. Следовательно, можно предположить, что южные ветры приносят в точку наблюдения воздушные массы с высокой концентрацией метана, а ветры с морей – с низким содержанием метана. Подобное объяснение для данных ст. Тикси приводится в [9-11].

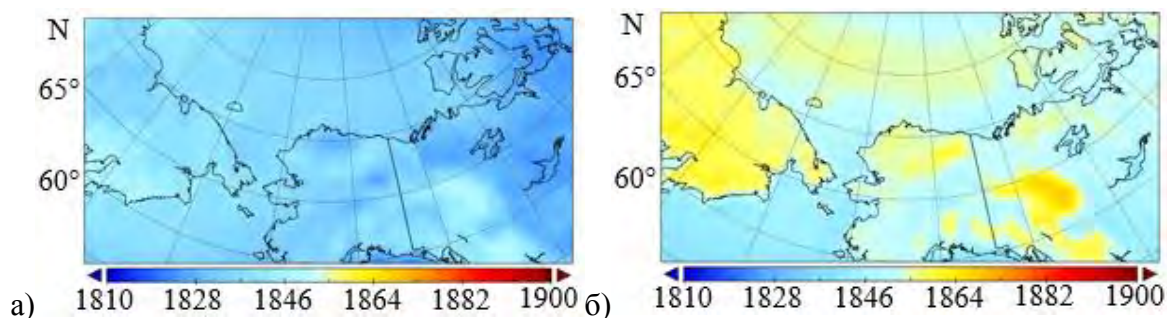


Рис. 3 Усредненные за 2003-2018 гг. карты распределения концентрации метана на высоте 400 гПа: а) декабрь-май и б) июнь-ноябрь

На рис. 3 представлены усредненные за 2003-2018 гг. карты распределения концентрации метана на высоте 400 гПа где, соответственно, а) распределение в декабре-мае, а б) – в июне-ноябре, построенные по данным радиометра AIRS, установленного на спутнике AQUA. Продукт AIRX3STM дает возможность строить карты на разных барических высотах. Выбор использованной в настоящей работе высоты 400 гПа обусловлен рекомендациями, представленными в работах [12-13], где измерения метана на уровне 400-500 гПа (~ 6-7 км) представляются наиболее достоверными для арктической зоны. Значения распределения концентрации метана на рис. 3 соответствуют цветовой шкале в единицах ppb.

В зимне-весеннее время, как следует из рис. 3а, заметного различия в содержании метана над сушей и водной поверхностью не наблюдаются. Напротив, в период июнь-ноябрь (рис. 3б) содержание метана над сушей заметно превышает его содержание над водной поверхностью; отчетливо наблюдается граница раздела областей с высоким и низким содержанием метана, проходящая по береговой линии. Особенности картины распределения метана объясняются балансом механизмов истока (биогенные источники) и стока (окисление CH_4 свободными радикалами) в означенные времена года.

Заключение

В результате анализа особенностей поведения метана на арктическом побережье по данным ст. Барроу (1986-2018 гг.) можно сделать следующий вывод:

1. На фоне сезонного хода в летне-осенний период (чаще июнь-ноябрь) нередко наблюдаются резкие повышения концентрации метана значительно ($\sim > 5\%$) превышающие фоновый уровень и длительностью от нескольких/десятков часов до нескольких суток.

2. Подобные вариации метана в летне-осенний период на станции Барроу, расположенной на арктическом побережье, объясняются ветровым режимом в окрестностях станции наблюдения: южные ветры с суши приносят воздушные массы с повышенным содержанием метана (на станции наблюдения регистрируется резкое повышение концентрации метана), тогда как ветры с акватории северных морей – с пониженным и уровень метана на станции снижается до невозмущенных значений.

3. Спутниковые наблюдения хорошо согласуются с результатами, полученными по наземным данным, и подтверждают вывод о ветровом режиме.

Список литературы:

1. IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, Second Assessment Report: Climate Change // Cambridge University Press, 1995. – P. 1-572.
2. Shakhova N., Semiletov I., Salyuk A., Kosmach D. Anomalies of methane in the atmosphere over the East Siberian shelf: Is there any sign of methane leakage from shallow shelf hydrates? //, Geophysical Research Abstracts, EGU General Assembly 2008, 10, EGU2008-A-01526
3. IPCC, Climate Change: Radiative Forcing of Climate Change and An Evaluation of the IPCC IS92 Emission Scenarios - J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, J. Bruce, Hoesung Lee, B.A. Callander, E. Haites, N. Harris and K. Maskell (Eds.) // Cambridge University Press, UK, 1994. – P. 1-339.
4. Юрганов Л.Н., Лейфер А. Оценки эмиссии метана от некоторых арктических и приарктических районов по данным орбитального интерферометра IASI // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, Т.13 №3, 2016. – С 173-183
5. Антонов К.Л., Поддубный В.А. и др. Некоторые итоги мониторинга парниковых газов в арктическом регионе России // Арктика: экология и экономика № 1 (29), 2018. – С. 56-67
6. Киселев А.А., Решетников А.И. Метан в Российской Арктике: результаты наблюдений и расчетов // Проблемы Арктики и Антарктики, №2 (96), 2013. – С. 5-15
7. Shakhova N., Semiletov I. Methane release and coastal environment in the East Siberian Arctic shelf. // Journal of Marine Systems, Vol.66, 2007. – P. 227-243.
8. Shakhova N., Semiletov I et al. Methane anomalies in the near-water atmospheric layer above the shelf of East Siberian Arctic shelf. // Doklady Earth Sciences, Vol. 415, 2007. – P. 764-768.
9. Репина И.А., Аниферов А.А., Артамонов А.Ю. Метан в атмосфере Арктики по данным дистанционного зондирования, приземных измерений и моделирования // Материалы III Международной научно-практической конференции “Прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий”, 2015. – С. 191-199.
10. Starodubtsev V.S., Solovyev V.S. Methane measurements at Polar Geocosmophysical Observatory “Tixie” // Proceedings of 2nd International conference «Global warming and the human-nature dimension in Siberia: social adaptation to the changes of the terrestrial ecosystem, with an emphasis on water environments» and 7th Annual International Workshop “C/H₂O/Energy balance and climate over boreal and arctic regions with special emphasis on eastern Eurasia”, 2013. – P. 112-114.
11. Стародубцев В.С., Соловьев В.С. Исследование вариаций метана в приземном слое воздуха по наблюдениям на ст. Тикси // Природопользование в Арктике: современное состояние и перспективы развития: сборник научных трудов I международной научно-практической конференции. – Якутск: Издательство: Северо-Восточный Федеральный университет, 2015. – С. 533-541.
12. Xiaozhen Xiong, Chris Barnet, Eric Maddy, Colm Sweeney, Xingpin Liu, Lihang Zhou and Mitch Goldberg. Characterization and validation of methane products from the Atmospheric Infrared Sounder (AIRS) // Journal of Geophysical Research, Vol. 113, 2008. – P. 1-14.

13. Юрганов Л.Н., Лейфер А., Лунд Майр К. Сезонная и межгодовая изменчивость атмосферного метана над морями Северного Ледовитого океана по спутниковым данным // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, Т. 13. № 2, 2016. – С. 107-119.

Случаи формирования крупномасштабных возмущений в распределении аэрозольного индекса, вызванных лесными пожарами в Сибири (2016-2019 гг.)

Томшин О.А.^{1,2}, мнс,

¹Институт космофизических исследований и астрономии СО РАН

²Северо-восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,

г. Якутск

E-mail: tomshinoa@gmail.com

Введение. Лесные пожары (ЛП) оказывают значительное влияние на состояние, биоразнообразие и ресурсный потенциал лесных экосистем, а также на физические и химические процессы в атмосфере [1, 2]. В результате ЛП атмосфера загрязняется продуктами горения – смесью различных газов, аэрозольных и дымовых частиц, оказывающих влияние на тепловой баланс в атмосфере. Исследованиям влияния крупномасштабных лесных пожаров на распределение атмосферных аэрозолей, состав атмосферы посвящены публикации [3-5]. В данной работе приведены результаты исследования воздействия крупных лесных пожаров на территории азиатской части России на распределение аэрозольного индекса (АИ).

Данные. В работе использованы данные радиометра MODIS (ИСЗ Terra, Aqua) для детектирования очагов лесных пожаров и оценки площади гарей. Для исследования вариаций аэрозольного индекса использовались данные прибора VIIRS (ИСЗ SNPP). Данные дистанционного зондирования (приборов MODIS и VIIRS) взяты из открытых ресурсов Центра космических полётов им. Р. Годдарда НАСА [6]. Карта ветров на уровне 850 мбар (~1,5 км) и отклонения значений атмосферного давления на уровне моря от многолетних (Δ SLP) взяты из NCEP-реанализа [7]. Траектории переноса воздушных масс в нижней тропосфере строились по модели «HYSPPLIT» [8].

Обсуждение результатов. Большая часть очагов ЛП в 2016-2019 гг. была зарегистрирована на территориях Западно - Сибирской равнины, Среднесибирского плоскогорья, Забайкальского края и Якутии. Высокой пожароопасности лесов, в рассматриваемые годы, способствовали повышенные значения температуры воздуха и низкая влажность, сохранявшиеся на протяжении всего пожароопасного сезона.

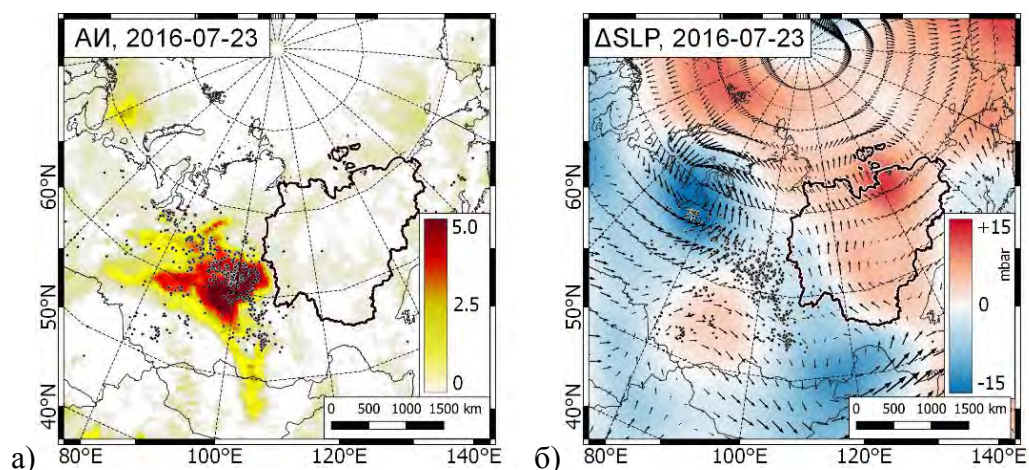
На рис. 1а, б представлены данные за 23 июля 2016 г.: а) карта распределения среднесуточных значений аэрозольного индекса, б) отклонения среднесуточных значений давления на уровне моря от среднестатистических многолетних показателей; в правой части рисунка приведены цветовые шкалы значений АИ и Δ SLP; черными точками отмечены очаги ЛП. В распределении АИ наблюдается крупное аэрозольное «облако» над Среднесибирским плоскогорьем. Источником наблюдаемых возмущений АИ оказались ЛП на территории Красноярского края и Иркутской области (июль-август 2016 г.). Очевидно, что сложившаяся конфигурация барических полей и ветров (рис. 1б) сформировала наблюдаемые крупные неоднородности АИ, которые стали результатом аккумуляции в течение нескольких суток дымовых аэрозолей в области

застоя (пониженное давление и слабые ветры). Аэрозольное облако отчётливо прослеживалось на значительном удалении от очагов в течение нескольких дней после прекращения ЛП.

События 10 августа 2017 г. – лесные пожары на Западной границе Якутии и крупная АИ-неоднородность – показаны на рис. 1в, на рис. 1г представлены распределения Δ SLP и поля ветров; обозначения аналогичны рис. 1б. Повышенная пожарная активность в данном регионе наблюдалась со второй половины июля 2017 г., при этом поток дымовых аэрозолей устойчиво выносился в северо-восточном направлении. Максимальный перенос от очагов пожаров составил несколько тысяч км, а время жизни аэрозольного облака около 4-5 дней после прекращения ЛП.

2019 год отметился большим количеством очагов ЛП на Среднесибирском плоскогорье и в Якутии. На рис. 1д (обозначения аналогичны предыдущим рисункам) показано распределение среднесуточных значений АИ на 23 июля 2019 г. Конфигурация воздушных течений и небольшие скорости поля ветров сформировали масштабную АИ-неоднородность, протянувшуюся от Восточной Сибири до Западной Сибири.

На рис. 1ж представлена карта распределения АИ на 11 августа 2019 г. Большая часть лесных пожаров, в рассматриваемый день, пришлась на территорию Иркутской области и Якутии. Установившийся над южной частью Среднесибирского плоскогорья циклон способствовал переносу дымовых аэрозолей на северо-восток, где в течение некоторого времени происходила аккумуляция выбросов и дальнейший их перенос в северо-восточном направлении, в сторону североамериканского материка. Высокие значения АИ сохранялись в течение всего периода повышенной активности ЛП в регионе, на протяжении двух недель. Дальность переноса выбросов в течение ЛП составила по меньшей мере 4500 км.



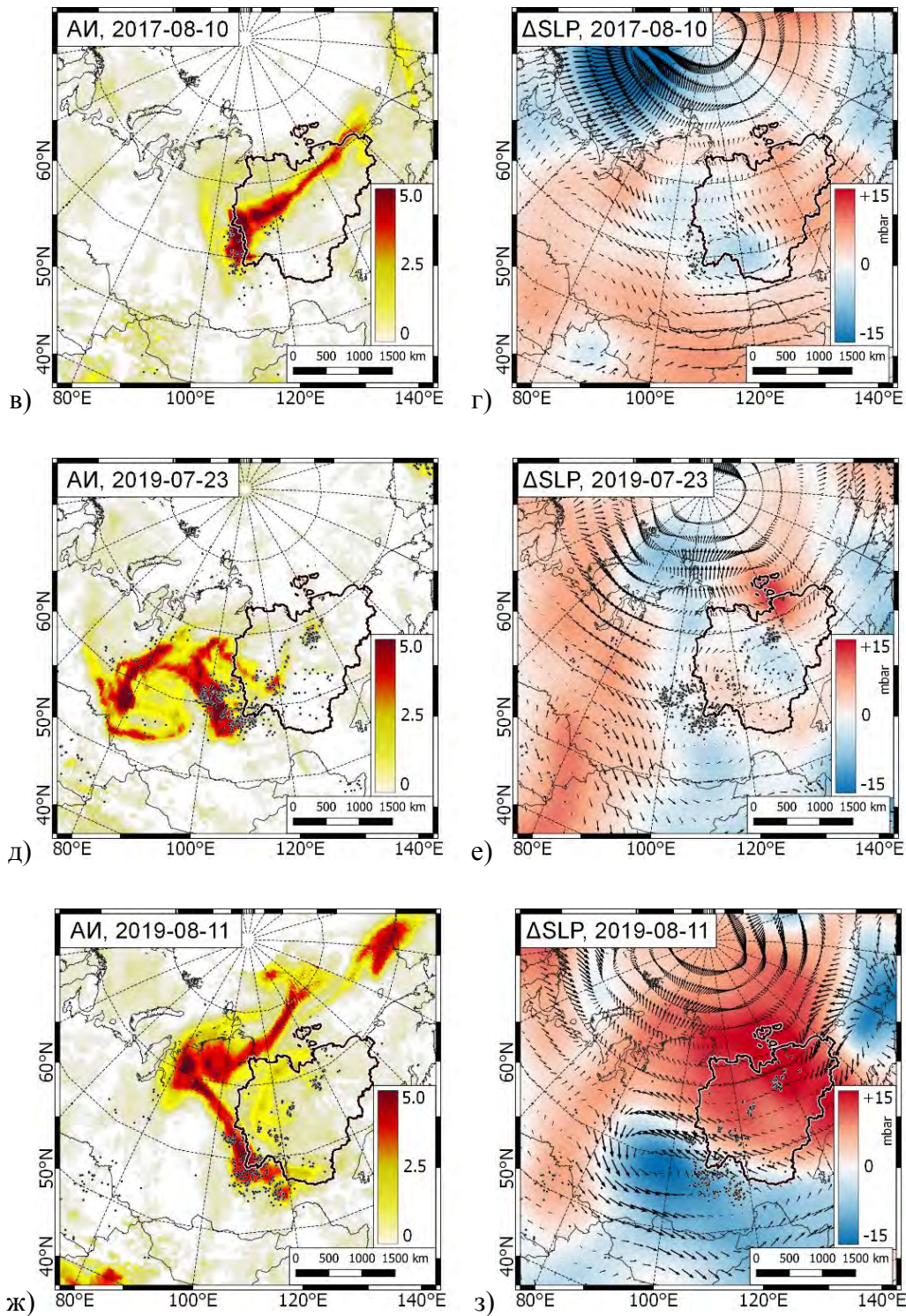


Рис. 1. Распределение среднесуточных значений АИ (а, в, д, ж) и Δ SLP и поля ветров на уровне 850 мбар (б, г, е, з) за а-б) 23.07.2016, в-г) 10.08.2017, д-е) 23.07.2019, ж-з) 11.08.2019. Чёрными точками отмечены положения очагов ЛП.

Заключение. Анализ лесопожарной обстановки 2016-2019 гг., вариаций аэрозольного индекса, распределения барических полей и ветров показывают, что крупномасштабные лесные пожары, в азиатской части России, являются основным фактором, определяющим пространственно-временное распределение аэрозольного индекса с апреля по октябрь, как в азиатской части России, так и за её пределами, на востоке.

Дымовые частицы, попав в застойные области, аккумулируются в течение некоторого времени и формируются в крупные неоднородности с высокими значениями АИ, которые могут существовать от нескольких дней до недели после прекращения ЛП.

Перенос полей аэрозольного загрязнения от крупных лесных пожаров может осуществляться на значительные расстояния от очагов пожаров. Так, в частности, аэрозольные облака, образовавшиеся вследствие ЛП (2016-2019 гг.) на территории юга Сибири и Забайкальского края переносились воздушными течениями через Тихий океан, достигая территории Северной Америки.

Список литературы:

1. Швиденко А.З., Щепашенко 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. Гинзбург А.С., Губанова Д.П., Минашкин В.М. Влияние естественных и антропогенных аэрозолей на глобальный и региональный климат // Российский химический журнал. 2008. Т. LII. № 5. С. 112-119.

3. 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.

4. 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.

5. Лупян Е.А., Мазуров А.А., Ершов Д.В., Коровин Г.Н., Королева Н.В., Абушенко Н.А., Тащилин С.А., Сухинин А.И., Афонин С.В., Белов В.В., Гришин А.М., Соловьев В.С. Спутниковый мониторинг лесов России // Оптика атмосферы и океана. 2007. Т. 20. № 5. С. 443-447.

6. Acker J.G., Leptoukh G. Online Analysis Enhances Use of NASA Earth Science Data // Eos, Transactions AGU. 2007. V. 88. № 2. P. 14-17.

7. 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.

8. Draxler R.R., Hess G.D. An overview of the HYSPLIT_4 modeling system of trajectories, dispersion, and deposition // Australian Meteorological Magazine. 1998. V. 47. P. 295-308.

Разработка хладостойких литых сталей и чугунов с использованием лигатур на основе концентратов Томторского месторождения

*Федотов А.Е., студент
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,
г. Якутск
E-mail: alesha.fedotov.96@mail.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., доцент Михайлов В.Е.*

Результатами исследований, проводимых совместно учеными ЦНИИ КМ «Прометей», ЦНИИЧерМет РАН, ИМЕТ РАН, ИФТПС СО РАН, НИУ СПбГПУ, НИУ ИТМО, других институтов России и зарубежных стран, показано, что наиболее часто причинами разрушений сварных конструкций, работающих в условиях Крайнего Севера, являются:

- несоответствие основного конструкционного материала требованиям по хладостойкости (около 40 %);
- использование технологии и сварочных материалов, не обеспечивающих требуемую хладостойкость сварного соединения (около 30 % разрушений).

Механические свойства и хладноломкость стали можно увеличить следующими способами: 1) измельчением зерна; 2) упрочнением феррита атомами легирующих элементов и примесей, образующими твердые растворы внедрения и замещения; 3) упрочнением выделениями частиц второй фазы различной степени дисперсности.

Легирующие элементы оказывают влияние на размеры зерен, состояние их границ, количество, форму и распределение фаз в стали.

Для улучшения свойств черных металлов применяют рафинирующие сплавы, сфероидизирующие, графитизирующие и смесевые модификаторы в порошковой проволоке для обработки чугуна, а также модификаторы-инокулянты для стали. Рафинирующие сплавы представляют собой сплавы на основе ферросилиция с высоким содержанием активных веществ: магния, кальция, редкоземельных элементов. Они обеспечивают глубокую очистку чугуна от вредных примесей и неметаллических включений. Сфероидизирующие модификаторы предназначены для образования в структуре чугуна шаровидной или компактной (вермикулярной) формы графита. Комплексные модификаторы такого типа — это сплавы на основе ферросиликомагния FeSiMg, с добавкой активных компонентов. Магний является главным элементом, который создает условия для образования графита шаровидной или вермикулярной формы. Долю этого вещества, от 4 до 9%, в основном определяют способом введения модификатора, температуры чугуна и содержания в нем серы. Кальций снижает реактивную способность магния в жидком чугуне, повышая его усвоение и ослабляя пироэффект. Кроме того, он способствует измельчению металлической матрицы чугуна. Редкоземельные элементы (Ce, La, Nd, Pr) необходимы для нейтрализации вредного влияния элементов-демомодификаторов (Pb, Sb, Bi и др.). Активно взаимодействуя с серой и кислородом, они освобождают магний для сфероидизации графита. Образующиеся в ходе реакции сульфиды и оксиды редкоземельных материалов (РЗМ) становятся центрами кристаллизации графита. Кроме того, РЗМ

повышают живучесть модификатора. Графитизирующими модификаторами являются сплавы на основе ферросилиция с гарантированным содержанием кальция и алюминия. Их используют для обработки серого и высокопрочного чугуна. В зависимости от состава они позволяют выравнивать структуру чугуна по всему объему отливки, устранять отбел в ее тонких сечениях и повышать механические свойства серого чугуна. Эти вещества улучшают форму графитовых включений, предотвращают появление газовой пористости и дефектов усадочного характера. Модификаторы-инокулянты служат для улучшения качества литья и слитков при внепечной обработке жидкой стали.

Известны лигатуры и модификаторы с РЗМ, которые применяются для изготовления хладостойких сталей и чугунов.

Лигатура с РЗМ. ТУ 14-5-136-81

Марка	Массовая доля, %					фракция, мм
	РЗМ	Si	Al		Fe	
			Кл.А	кл.Б		
ФС30РЗМ30	30-40	30-50				
ФС30РЗМ20	20-30	30-55				
ФС30РЗМ15	15-20		2.0-3.0	3.0-6.0	ост	1-17
ФС30РЗМ10	10-15	30-60				
ФС30РЗМ5	5-10					

Лигатуры с Са, Ва и РЗМ применяют в производстве труб для магистральных нефте- и газопроводов, запорной арматуры, деталей ходовой части гусеничных машин и других металлоизделий, работающих при низких температурах.

Модификаторы комплексные ТУ 14-5-134-86

Марка	Химический состав, %					
	Mg	Ca	РЗМ	Si	Al	Fe
	в пределах				не более	
ФСМг9	8,5-10,5	0,2-1	0,3-1	50-60	1,2	ост.
ФСМг7	6,5-8,5	0,2-1	0,3-1	45-55	1,2	ост.
ФСМг5	4,5-6,5	0,2-1	0,3-1	45-55	1,2	ост.

Томторское комплексное, редкометальное месторождение находится на северо-западе Республики Саха (Якутия) Российской Федерации, в пределах Оленёкского улуса, в 400 км к югу от побережья моря Лаптевых, на водоразделе рек Удя и Чимара. Географические координаты центра месторождения: 71°02' северной широты, 116°33' восточной долготы.

Состав природного концентрата участка «Буранный»:

На государственный баланс поставлены запасы руды в контурах открытой отработки в количестве 1178,4 тыс. т, в т.ч. оксидов (Таблица 1. [1]):

- ниобия – 72,621 тыс. т при среднем содержании 6,71%;
- редкоземельных элементов цериевой группы – 112,309 тыс. т при среднем содержании их в руде 9,53%;
- иттрия – 7,009 тыс. т при среднем содержании 0,595%;
- скандия – 0,563 тыс. т при среднем содержании 0,048%.

Таблица 1

Химический состав руды месторождения Томтор

№ п/п	Элемент (оксид) [Element (oxide)]	Содержание [Content], %	№ п/п	Элемент (оксид) [Element (oxide)]	Содержание [Content], %
1	Ag	<0,01	33	Nb ₂ O ₅	4,0
2	Al ₂ O ₃	14,4	34	Nd ₂ O ₃	2,5
3	As	0,37	35	Ni	0,007
4	Au	<0,003	36	P ₂ O ₅	22,5
5	B	0,19	37	Pb	0,25
6	BaO	2,9	38	Pd	<0,005
7	Be	<0,001	39	Pr ₆ O ₁₁	0,62
8	CaO	8,5	40	Pt	<0,005
9	Cd	0,004	41	Re	<0,005
10	CeO ₂	9,3	42	Rh	<0,003
11	Co	<0,001	43	Ru	<0,0001
12	Cr	0,06	44	S	2,3
13	CuO	0,14	45	Sb	<0,02
14	Dy ₂ O ₃	0,19	46	Sc (Sc ₂ O ₃)	0,04 (0,061)
15	Er ₂ O ₃	0,17	47	SrO	3,7
16	EuO	0,12	48	SiO ₂	1,9
17	Fe	3,6	49	Sm ₂ O ₃	0,39
18	Ga	<0,05	50	Sn	<0,01
19	Gd ₂ O ₃	0,32	51	Ta ₂ O ₅	0,08
20	Hf	<0,002	52	Tb ₄ O ₇	0,03
21	Hg	<0,007	53	Te	<0,01
22	Ho ₂ O ₃	0,04	54	ThO ₂	0,14

Таким образом, состав руд Томторского месторождения подходит для разработки лигатур и модификаторов для получения хладостойких сталей и чугунов.

Список литературы:

1. М.Ю.Малькова, А.Н. Задиранов. Исследование гранулометрического и химико-минерального составов руд месторождения Томтор / Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования 2018, Том 19, №2, С. 246-253.

Морфометрическая характеристика разнотипных озер бассейна реки Вилюй

*Федулова М.И., студент,
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,
стажер-исследователь ЯНЦ СО РАН*

г. Якутск

E-mail: fedulova_1996@list.ru

*Научный руководитель:
д.г.н., г.н.с Пестрякова Л.А,
к.б.н. Городничев Р.М*

Аннотация: в данной статье приведены результаты морфометрических исследований озер бассейна реки Вилюй. Установлены закономерности морфометрических характеристик 53 озер (площадь водного зеркала, максимальная глубина, показатель удлиненности и изрезанности береговой линии). Согласно морфогенетической классификации И.И. Жиркова, изученные озера были отнесены к эрозионно-термокарстовым, водно-эрозионным, термокарстовым и тукулановым типам. По площади водного зеркала исследованные водные объекты следует отнести к классам “маленькие” и “малые”, с максимальной глубиной 5,4 м. Озера обладают слабоизрезанной береговой линией, формой зеркала близкой к округлой.

Ключевые слова: морфометрия, максимальная глубина, бассейн реки Вилюй, Якутия.

Введение. Озера Вилюйской группы улусов характеризуются интенсивным ухудшением экологического состояния, обусловленным строительством гидроэлектростанций в верховьях реки, в связи с ядерными испытаниями, проводившимися в 74-87-х гг. XX в. [1, стр. 278], а также из-за добычи полезных ископаемых в бассейне реки Вилюй. В геолого-геоморфологическом отношении бассейн реки Вилюй является частью Вилюйского плато, которое в свою очередь, является частью Среднесибирского плоскогорья. Питание озер смешанное, с преобладанием снегового [2, стр. 4]. Анализ морфометрических параметров озер Вилюйской группы районов в дальнейшем послужит основой для изучения гидрохимических особенностей и диатомового анализа.

Объекты и методы исследования. Материалом для исследования служат материалы полевых работ, проведенных Лабораторией Биом ИЕН СВФУ, в период 2002-2019 гг. Исследуемая область находится в пределах Вилюйского, Верхневилюйского, Нюрбинского, Сунтарского, Ленского и Мирнинского районов (рисунок 1). Котловины изученных озер были отнесены по морфогенетической классификации И.И. Жиркова [3, стр. 6] к четырем типам. В качестве основных морфометрических характеристик были взяты: площадь водного зеркала, максимальная глубина, длина, средняя и максимальная ширина, показатель удлиненности, коэффициент изрезанности и длина береговой линии. Для характеристики водоемов по величине площади зеркала применена классификация И.С. Захаренкова [4, стр. 175], форма зеркала установлена по показателю удлинённости в соответствии с классификацией С.В. Григорьева [5, стр. 36]. Описание озер по максимальной глубине выполнена в соответствии с классификацией С.П. Китаева [6, стр. 201].

Результаты. В Якутии выделяют несколько типов озер по происхождению котловин. Изученные водоемы согласно морфогенетической классификации И.И. Жиркова относились к 4-м типам: эрозионно-термокарстовые, водно-эрозионные, термокарстовые и тукулановые.



Рисунок 1. Карта-схема расположения водоемов в бассейне р. Вилуй

Преобладающим типом, характерным для данного района, является термокарстовые озера, они составили 70 % из всех типов водоемов. На долю тукулановых, водно-эрозионных и эрозионно-термокарстовых приходится соответственно 14%, 8% и 8% количества водоемов. Наибольшими средними значениями морфометрических параметров обладает группа эрозионно-термокарстовых озер (табл. 1). В этой группе находятся самые крупные озера, которые характеризуются наибольшей длиной и шириной. Группа тукулановых водоемов имеет минимальные средние значения площади водного зеркала, длины озера и длины береговой линии. Наименьшей глубиной (по средним значениям) обладают термокарстовые озера. Группа водно-эрозионных озер наделена наименьшими средними значениями максимальной и средней ширины.

Таблица 1

Средние морфометрические показатели обследованных озер

Показатель		Эрозионно-термокарстовые	Водно-эрозионные	Термокарстовые	Тукулановые	Среднее значение для всех озер
Количество озер		4	4	37	8	
Площадь зеркала, км ²		11,9	1,7	3,6	0,9	3,7
Глубина максимальная, м		3,5	2,4	2,4	2,5	2,5
Длина озера, км		3,7	3	1,9	1,4	2
Ширина, км	средняя	1,8	0,4	0,8	0,6	0,9
	максимальная	4,5	0,6	3	1,4	2,3
Показатель	удлиненности	2,2	6,2	2,3	2,6	2,6
	изрезанности	1,2	1,5	1	1,1	1
Длина береговой линии, км		11,1	6,5	5	3,6	5,4

Примечание. Серым цветом выделены наибольшие значения показателя.

Эрозионно-термокарстовый тип представлен маленькими (25 % общего количества озер типа), малыми (50%) и небольшими (25%) водоемами. Для этой группы характерна очень малая (50%) и малая (50%) глубина. Озера, по форме, близкие к округлой (75 %), преобладают.

Водно-эрозионный тип составляют маленькие (75%) и малые водоемы (25%) с очень малой глубиной (100%) и формой зеркала, близкой к округлой (50%).

Термокарстовый тип представлен озерками (8%), маленькими (57%), малыми (30%) и небольшими (5%) водоемами, для которых характерна очень малая глубина (80%) и округлая форма (56%).

Для тукуланового типа по площади зеркала характерно преобладание маленьких водоемов (63%). Озера типа обладают очень малой (75%) и малой глубиной (25%). Среди тукулановых водоемов, в равном количестве, представлены озера с округлой (38%) и близкой к округлой формам (38%). Овально-удлинённую форму имеют 2 водоема (24%).

Распределение озер по морфометрическим показателям

Название класс	Число озер	Процент от общего числа
а) по площади водного зеркала (по И.С. Захаренкову)		
озерки (0,001-0,01 км ²)	3	6
маленькие (0,01 – 0,1 км ²)	30	56
малые (0,1 – 1,0 км ²)	17	32
небольшие (1,0 – 10,0 км ²)	3	6
б) по максимальной глубине (по С.П. Китаеву)		
с очень малой (меньше 3,12 м)	42	80
с малой (3,12- 6,25 м)	10	19
со средней (6,25- 10 м)	1	1
в) по показателю удлиненности (по С.В. Григорьеву)		
озера округлой формы (<1,5)	10	19
озера, близкие к округлой форме (1,5-3)	29	54
озера, близкие к овальной форме (3-5)	10	19
овально- удлиненные (5-7)	2	4
удлиненные (7-10)	1	2
вытянутые в виде борозды (>10)	1	2
Всего	53	100

Список литературы:

1. Логачева В.А. Мирные ядерные взрывы // Обеспечение общей и радиационной безопасности при их проведении. - М.: Изд.АТ, 2001. - 519 с.
2. Гольдман А.С., Игнатъев В.А. Рыбные богатства Вилюя и их охрана. — Якутск: Сайдам, 2006, 38 с.
3. Жирков И.И. Морфогенетическая классификация как основа рационального использования, охраны и воспроизводства природных ресурсов озер криолитозоны (на примере Центральной Якутии) // Вопросы рационального использования и охраны природных ресурсов разнотипных озер криолитозоны. - Якутск, 1983. – С 4-47
4. Захаренков И.С. О лимнологической классификации озер Белоруссии // Биологические основы рыбного хозяйства на внутренних водоемах Прибалтики. – Минск. – 1964. С. 175-176.
5. Григорьев С.В. О некоторых определениях и показателях в озероведении // Труды Карельского филиала АН СССР. – Вып. 18, 1958 - 48 с.
6. Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007, 395 с.

Антропогенное влияние угольной промышленности на окружающую среду

*Ядреева Н.А., студент,
ИЕН, Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,
Герасимова Л.В., зав. лабораторией,
УНЛ «Экотехнополис», Северо-Восточный федеральный университет,
г. Якутск
E-mail: ekotexnopolis@gmail.ru*

*Научный руководитель:
к.т.н., декан факультета лесного комплекса и землеустройства ЯГСХА
Слепцова М.В.*

Актуальность: угольная промышленность – одна из основных сфер экономики многих стран мира. Уголь используется в качестве топлива, для изготовления строительных материалов, в медицине и химической индустрии. Его добыча, переработка и использование приводят к загрязнению окружающей среды. В процессе добычи каменного угля изменяются природные ландшафты, нарушается почвенный покров.

Цель: определить способы утилизации отходов и их влияние на окружающую среду в угольной промышленности.

Уголь – это ключевой вид топлива в мировой энергетике. На него приходится почти 40% общемирового производства электроэнергии. Таким образом, именно уголь является ведущим источником электричества. Уголь доминирует на мировой энергетической арене за счет изобилия ресурсов, доступности и широкому распространению во всем мире. Запасы угля оцениваются в 869 млрд. тонн при текущем уровне добычи. Это означает, что угля должно хватить почти на 115 лет [1].

Российская угольная промышленность – это более 193 миллиардов тонн разведанных запасов угля, в том числе месторождения антрацитов, каменного, коксующего и бурого угля. На сегодняшний день идет добыча угля в 16 угольных бассейнах, территория которых охватывает 85 муниципальных образований Российской Федерации [2].

По добыче угля Республика Саха (Якутия) занимает первое место среди регионов Дальнего Востока, на долю республики приходится свыше трети (35%) добываемого угля на востоке страны. Прогнозные ресурсы углей Южно-Якутского угольного бассейна оцениваются более 40,0 млрд. тонн [3].

В результате деятельности промышленных предприятий угольной промышленности образуется большое количество отходов в виде шахтных пород, отходов углеобогащения, шлаков и др. Отходы складированы в отвалы, занимающие обширные площади, резко ухудшая экологическое состояние в угледобывающих районах: запыленность и загазованность воздушного бассейна, загрязнение водных ресурсов и т.д. [2].

Когда происходит добыча каменного угля, может произойти выброс метана, что загрязняет атмосферу. В воздух попадают зольные частицы и токсичные соединения, твердые и газообразные вещества. Также атмосферное загрязнение происходит во время сжигания ископаемого [4].

Добыча угля способствует загрязнению водных ресурсов в месте, где находится месторождение. Токсические микроэлементы, твердые вещества и кислоты проникают в подземные воды, реки и озера. Они изменяют химический состав воды, делают ее непригодной для питья, купания и бытового использования. Из-за загрязнения акваторий гибнет речная флора и фауна, а редкие виды оказываются на грани исчезновения [5].

Пылегазовое облако, образующееся при буровзрывных работах и при транспортировании горной массы, может распространиться на значительные расстояния. Составляющие смеси при этом, осаждаясь и накапливаясь в почвенно-растительном покрове за длительное время, изменяют его химический состав. Продукты разрушения и дезинтеграции горных пород попадают и на поверхность водных объектов. Весенними талыми водами, накопившийся за зимний период осадок мельчайших частиц с горных предприятий, привносится в речную сеть и вносит свое отрицательное влияние на изменение геохимического состава воды и донных осадков.

По информации, предоставленной Нерюнгринской инспекцией охраны природы, показано, что в условиях Южной Якутии на угольных карьерах кассовые взрывы по разрыхлению пустой породы и угольного пласта сопровождаются образованием пылегазового облака объемом до 15-20 млн. м³, с концентрацией пыли 0,135-0,217 кг/м³. При этом пылегазовое облако поднимается на высоту до 1500 - 1700 м и в течение 4-6 часов рассеивается до 500 т пыли.

При открытой разработке угля 40-50% пыли образуется при взрывных работах, 20-25% выделяется при погрузке отбитой горной массы и 25-40% при транспортировке по внутрикарьерным дорогам. От 5-15 % (при транспортировке) до 70-75% (массовые взрывы) пыли выносятся за пределы карьера. При этом общая площадь влияния карьера на окружающую среду и здоровье человека возрастает многократно [6].

АО ХК «Якутуголь» не производит транспортировку отходов вне территорий производственной деятельности. 9 видов отходов передаются сторонним организациям для обезвреживания, использования и размещения, 2 вида отходов (отходы взрывчатых веществ и отходы полиэтиленовой тары) обезвреживаются на предприятии, 26 видов отходов размещаются на территории предприятия (в т.ч. вскрышные породы, отходы породы при обогащении угольного сырья), частично или полностью используется на предприятии 1 вид отхода – вскрышные породы. АО ХК «Якутуголь» сотрудничает с рядом предприятий, осуществляющих деятельность в области сбора отходов (ООО «Экосервис-Якутия» (г. Якутск), ООО «Центр Демеркуризации» (г. Хабаровск), ООО «СахаТехСервис» (г. Нерюнгри), МУП «Переработчик» (г. Нерюнгри).

На предприятии проводится профессиональная подготовка на право работы с отходами I-IV класса опасности. Воздействие на земельные ресурсы. Рекультивация производится в соответствии с утвержденной технической проектной документацией.

Общая площадь нарушенных земель разреза «Нерюнгринский» на 01.01.2018 г. составила 3 139 га. За 2017 г., рекультивировано на разрезе «Нерюнгринский» 123 га. Рекультивационные работы производятся силами сторонних специализированных организаций (ООО «СахаТехСервис»). В соответствии с действующим техническим проектом направлением рекультивации выбрано лесотехническое: выколаживание поверхности отвалов, нанесение условно плодородной породоугольной смеси, посадка саженцев и засев травосмесью местных пород. На следующий год после рекультивации

осуществляется комиссионный контроль приживаемости растений и всхожести семян [7].

Таблица 1

Сведения об образовании отходов в АО ХК «Якутуголь»

Показатели	Ед. изм.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Образовано отходов	тонн	62 133 329,83	47 035 254,489	56 733 876,462
В том числе, вскрышных пород	тонн	61 215 253,00	46 213 350,0	56 047 482,20
Передано отходов другим организациям	тонн	752,939	1 616,334	1 767,057
Использовано и обезврежено	тонн	19 371 380,545	36 281 150,055	53 709 375,187
Размещено на специально организованных площадках	тонн	42 761 196,373	10 752 662,142	13 073 761,974

В СибНИИ сельского хозяйства и торфа СО Россельхозакадемии, для рекультивации нарушенных при добыче угля земель, предлагают применять органоминеральное удобрение, содержащее торф с адаптированными к нарушенным землям микроорганизмами, азотные, фосфорные, калийные минеральные соли и содержащий гуминовые кислоты, остаток от гидролиза торфа [8].

Комплексный подход к восстановлению нарушенных земель включает планировку поверхности отвалов, подбор ассортимента растений, удобрений и микроорганизмов, наиболее адаптированных к данному ландшафту, а также способа их внесения. А.П. Красавин с соавторами [9] разработали технологию рекультивации нарушенных земель, включающую планировку их поверхности, внесение угольных отходов, гуминовых кислот, посев семян растений, предварительно обработанных гуминовыми кислотами и бактериальной культурой, и инокуляцию микроорганизмами *Azotobacterchroococum* и *Bacillusmegaterium* [10].

Суть данного метода заключается в том, чтобы с учетом зонально-климатических условий конкретного региона и литологии отвальных пород, их физико-химических, агрохимических свойств, подобрать наиболее перспективный биоактивизированный препарат, приготовленный из местных углей в сочетании с мелиорантами и минеральными удобрениями. В результате происходит быстрая адаптация внесенных штаммов микроорганизмов и бурное развитие аборигенной микрофлоры и, таким образом, создаются необходимые условия для произрастания пионерной растительности.

Список литературы:

1. Добыча угля: топ-10 добывающих стран мира. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vestifinance.ru/articles/105948>
2. Угольная промышленность России – проблемы и их решение. [Электронный ресурс]. URL: <http://ecology-of.ru/pochva/ugolnaya-promyshlennost-rossii-problemy-i-ikh-reshenie/>

3. Угольная промышленность // Министерство Промышленности Республики Саха (Якутия). [Электронный ресурс]. URL: <http://old.sakha.gov.ru/sakha/node/148220>
4. Швабенланд И.С., Карпухина И.В. К вопросу о рекультивации отвалов горнодобывающего предприятия «Черногорская угольная компания» // Молодой ученый. - 2011. - №11. Т.1. - С. 94-98.
5. Севостьянов В.В. и др. Утилизация отходов добычи в переработки угля: Учебное пособие / СибГИУ. - Новокузнецк, 2000. - 55 с.
6. Мишина В.В. Проблемы открытой добычи угля и пути их решения в г. Нерюнгри // Научный электронный архив. [Электронный ресурс]. URL: <http://econf.rae.ru/article/5727>
7. «Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды Республики Саха (Якутия) в 2017 году» // Министерство охраны природы Республики Саха (Якутия). - Якутск, 2018.
8. Катаева И.В. Рекультивация земель с использованием микроорганизмов // Восстановление земель, нарушенных при добыче углей и сланца. – Пермь, 1987. – С. 57-61.
9. Красавин А.П., Катаева И.В., Останин А.В. [и др.]. Опыт ускоренной рекультивации нарушенных земель с использованием микроорганизмов // Растения и промышленная среда: сб. науч. тр. – Екатеринбург: Изд-во УрГУ, 1992. – С. 128–135.
10. Патент 2365077 РФ, МПК А01В 79/02. Способ рекультивации нарушенных при добыче угля земель / Сысоева Л.Н., Алексеева Т.П., Бурмистрова Т.И. [и др.]. – Патентообладатель ГНУ СИБНИИСХИТ СО РАСХН. – № 2008109426/12; заявл. 11.03.2008; опубл. 27.08.2009.

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки и науки о Земле

Секция 1. Строительство

<i>Акулов С.В.</i> Моделирование и исследование подкрепленных цилиндрических сетчатых оболочек для проектирования большепролетных покрытий	3
<i>Акулов С.В.</i> Изучение дисциплин конструкторского направления при подготовке специалистов в области строительства	6
<i>Герасимова Ю.С., Данилова С.Н.</i> Разработка полимерного композиционного материала на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена, наполненного 2-МБТ, серой и оксидом алюминия	10
<i>Голубицкий Д.Е.</i> Организация балластировки однопутного участка железной дороги	12
<i>Ефимова Т.Е.</i> Исследование полимерных композиционных материалов на основе СВМПЭ с жидкофазными наполнителями	15
<i>Иванов А.Н.</i> Исследование свойств полимерных композиционных материалов на основе СВМПЭ, наполненного органомфильными глинами	19
<i>Косарев Л.В.</i> Зависимость фактических теплотехнических характеристик наружных стен от конструктивных особенностей	23
<i>Кулаев В.А.</i> Противодеформационные мероприятия по укреплению земляного полотна. Замена рельсошпальной решетки с укладкой разделительного слоя из геотекстиля	27
<i>Марков А.Е.</i> Физико-механические характеристики и структура СВМПЭ наполненного механоактивированным флогопитом	30
<i>Михайлов С.Н., Осипов И.А., Иванов А.В.</i> Асфальтобетон на основе битума нефтяного дорожного модифицированного резиновой крошкой и нанопшпнелю магния для условий I дорожно-климатической зоны	33
<i>Непомнящий А.В.</i> Подходы к определению потери устойчивости цилиндрических сетчатых оболочек с использованием сплошного и дискретного аналога	37
<i>Павлова Т.Н.</i> Эффективная наружная защитная оболочка стен жилых и общественных зданий массового строительства	40
<i>Рупасов И.О.</i> Комплексный подход к оценке критериев выбора конструктивной формы строительного объекта	45
<i>Рупасова О.В.</i> Влияние схем структурного модуля на параметры работы пространственного стержневого покрытия	49
<i>Тарасова П.Н., Лаукканен С.</i> Разработка и исследование свойств полимерных композитов на основе политетрафторэтилена, модифицированного каолином и шпнелю магния	53
<i>Шпийс А.В.</i> Учет геометрической нелинейности работы круговой цилиндрической односетчатой оболочки	56
<i>Шпийс А.В.</i> Поглощательная способность чёрного тела	59

Шпийс А.В. Исследование несовершенств сетчатых оболочек с использованием теории случайного процесса 62

Секция 2. Энергетика и фундаментальные основы физики

<i>Азанов В.А.</i> Оценка эффективности изменения режима работы нейтрали в секциях 6-35 кВ, с изолированной на эффективно заземленную	66
<i>Борисенко С.С.</i> Надежность показывающих самопишущих приборов КС-2	68
<i>Григорьев М.М.</i> Реконструкция ПС 110/6 кВ	73
<i>Ефтин И.Н.</i> Обеспечение экологической безопасности золошлакоотвалов	77
<i>Ильинов Е.К.</i> Разработка котла-воздухонагревателя	78
<i>Кадкин И.М.</i> Методы определения мест повреждений на линиях электропередачи, применяемые в Якутии	81
<i>Потапов Л.Э.</i> Дифференцированное исследование влияния температуры, нагрузки и водорода на разрушение зоны термического влияния модельных образцов	84
<i>Сайфиев В.Ф.</i> Модернизация системы бесступенчатого регулирования питателей сырого угля	88
<i>Темниханов А.В.</i> Ресурсная эффективность угольной ТЭЦ совместно с угольными разрезами	91
<i>Чащин А.А.</i> Выбор и проверка трансформатора тока 10 кВ на ПС 220кВ КС-5	93
<i>Черкашин А.В.</i> Исследование успешного АВР	95
<i>Чернов В.А.</i> Улучшение качества и срока эксплуатации воздушных линий электропередач в экстремальных природных условиях	98

Секция 3. Науки о Земле

(горное дело, геология, рациональное природопользование, охрана окружающей среды, инженерная экология, геоэкология)

<i>Аммосов А.П., Петрова Т.Н., Данилов К.П.</i> Модельные исследования по оконтуриванию костных остатков мамонтовой фауны методом высокочастотной георадиолокации	101
<i>Варламова Е.В.</i> Исследование динамики NDVI растительного покрова Азиатской части России по данным ДЗЗ (1982-2015)	105
<i>Даниленко Т.А.</i> Система безопасности Red Kill Zone покоряет «Сибуглемет»	109
<i>Дубровский Д.М.</i> Проект мусороперерабатывающий завод в городе Алдан	112
<i>Иванов Н.Н.</i> Способ переработки дисперсного минерального сырья	116
<i>Иванов Э.А., Кирейченков А.А.</i> Оптимизация анкерного крепления кровли горных выработок на шахте «Денисовская»	120
<i>Иванова О.Г., Герасимова Л.В.</i> Текстильные отходы: переработка и нерешенные проблемы	124
<i>Кейметинова В.П., Герасимова Л.В.</i> Сбор и утилизация батареек в городе Якутске	127

Кононова Е.П., Давыдова П.В., Левина С.Н. Сравнительный анализ таксономического состава диатомовых водорослей озер Сутуруоха и Ожогоино (бассейн реки Индигирка)	129
Кунова Я.В. Анализ внедрения роботизированной карьерной техники, такой как «БелАЗ 7513R»	135
Кухтин А.А. Гидроигловой способ разупрочнения мерзлых пород при разработке россыпных месторождений	140
Леонтьева С.С. Исследование устойчивости отвалов и предложения по ведению отвальных работ на разрезе «Нерюнгринский»	143
Нестерова Е.А., Николаева Н.Н., Горохов И.В. Поиск местонахождений остатков мамонтовой фауны в криолитозоне с использованием ГИС-технологий и геофизических методов	149
Ненеина К.С. Оптимизация интерпретации данных магнитотеллурического мониторинга (Тянь-Шань)	154
Никитина Е.П. Деревья и кустарники в озеленении города Якутска	158
Ощепков С.Д., Герасимова Л.В. Отходы нефтедобывающих предприятий	161
Рудаков Д.А. Рациональное природопользование-способ гармонизации взаимодействия "человек-природа"	164
Румянцев О.Р. Возможность прогнозирования наступления предельного состояния рам автосамосвалов на элементах-свидетелях	168
Стародубцев В.С. Быстрые вариации метана в летне-осенний период на арктическом побережье (Ст. Барроу)	172
Томшин О.А. Случаи формирования крупномасштабных возмущений в распределении аэрозольного индекса, вызванных лесными пожарами в Сибири (2016-2019 гг.)	177
Федотов А.Е. Разработка хладостойких литых сталей и чугунов с использованием лигатур на основе концентратов Томторского месторождения	181
Федулова М.И. Морфометрическая характеристика разнотипных озер бассейна реки Вилюй	184
Ядреева Н.А., Герасимова Л.В. Антропогенное влияние угольной промышленности на окружающую среду	188

МАТЕРИАЛЫ
**XXI Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых,
аспирантов и студентов в г. Нерюнгри, с международным участием**

27 февраля - 29 февраля 2020 г.

Секции 1–3

Печатается в авторской редакции

Технический редактор *И.А. Литвиненко*

Подписано в печать 25.05.2020. Формат 60x84/16.
Бумага тип. №2. Гарнитура «Таймс». Печать офсетная.
Печ. л. 12,19. Уч.-изд. л. 15,23. 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.