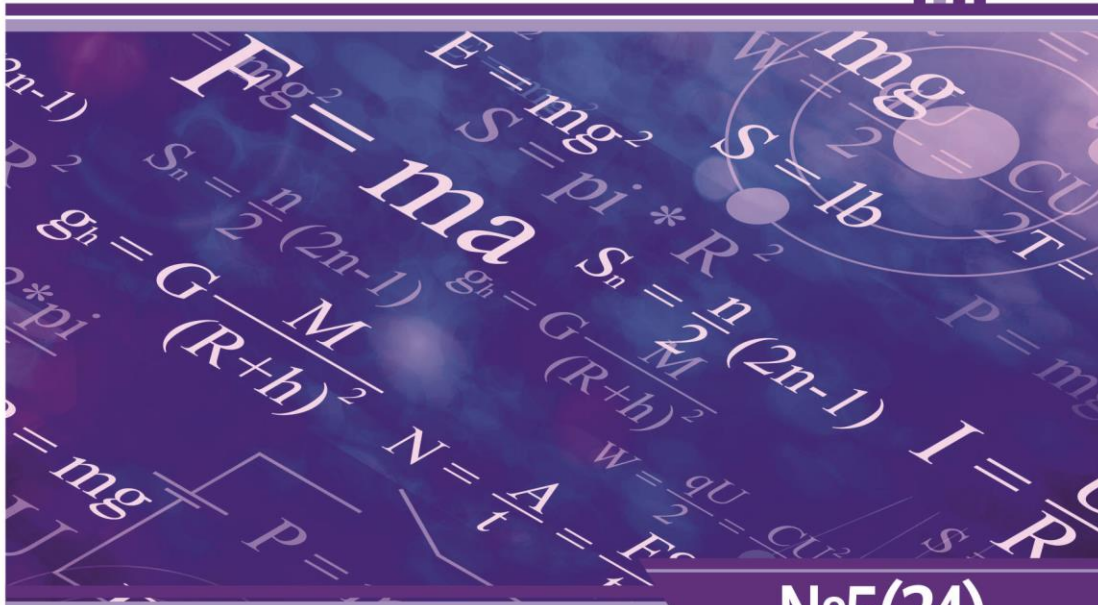




НАУЧНЫЙ
ФОРУМ
nauchforum.ru

ISSN: 2541-8394



№5(24)

НАУЧНЫЙ ФОРУМ: ТЕХНИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО- МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

МОСКВА, 2019



НАУЧНЫЙ ФОРУМ: ТЕХНИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО- МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Сборник статей по материалам XXIV международной
научно-практической конференции*

№ 5 (24)
Май 2019 г.

Издается с декабря 2016 года

Москва
2019

УДК 51/53+62

ББК 22+3

НЗ4

Председатель редколлегии:

Лебедева Надежда Анатольевна – доктор философии в области культурологии, профессор философии Международной кадровой академии, г. Киев, член Евразийской Академии Телевидения и Радио.

Редакционная коллегия:

Ахмеднабиев Расул Магомедович – канд. техн. наук, доц. кафедры строительных материалов Полтавского инженерно-строительного института, Украина, г. Полтава;

Данилов Олег Сергеевич – канд. техн. наук, научный сотрудник Дальневосточного федерального университета;

Маршалов Олег Викторович – канд. техн. наук, начальник учебного отдела филиала ФГАОУ ВО "Южно-Уральский государственный университет" (НИУ), Россия, г. Златоуст.

НЗ4 Научный форум: Технические и физико-математические науки: сб. ст. по материалам XXIV междунар. науч.-практ. конф. – № 5 (24). – М.: Изд. «МЦНО», 2019. – 72 с.

ISSN 2541-8394

Статьи, принятые к публикации, размещаются на сайте научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

ISSN 2541-8394

ББК 22+3

© «МЦНО», 2019

Оглавление

| | |
|--|-----------|
| Раздел 1. Технические науки | 5 |
| 1.1. Безопасность деятельности человека | 5 |
| РАССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН НЕСЧАСТНОГО СЛУЧАЯ НА ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНОМ ОБЪЕКТЕ Дурягина Виктория Васильевна | 5 |
| 1.2. Информатика, вычислительная техника и управление | 10 |
| ПРОГРАММА ДЛЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ Коробейников Илья Сергеевич | 10 |
| РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ПО УЧЕТУ РАБОТЫ СТО (НА ПРИМЕРЕ «АВТОТЕХЦЕНТР») Мальцев Александр Владимирович Ахтамова Светлана Станиславовна | 15 |
| МАНДАТНЫЙ ПРИНЦИП КОНТРОЛЯ ДОСТУПА В ЗАЩИЩЕННЫХ ОС LINUX Очилов Низомиддин Нажмиддин угли | 19 |
| АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ОБРАЩЕНИЙ В ЛОКОМОТИВНОМ ХОЗЯЙСТВЕ Турсунканов Абай Амангельдиевич Касимова Ботакоз Рахметоллаевна | 24 |
| 1.3. Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы | 29 |
| СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ТРОПОСФЕРНОГО ОЗОНА ДЛЯ Г. ТАШКЕНТА Шермухамедов Улугбек Абдулазизович | 29 |
| 1.4. Радиотехника и связь | 36 |
| ВОССТАНОВЛЕНИЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ОБОЛОЧКИ КАБЕЛЯ Николаев Даниил Васильевич Протодьяконова Галина Юрьевна | 36 |

| | |
|--|-----------|
| 1.5. Строительство и архитектура | 41 |
| ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТИ ДОРОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ | 41 |
| Булхайрова Сагдат Ибрагимовна Кузнецова Вероника Вячеславовна | |
| ЗАЩИТА УСИЛЕННЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИИ | 51 |
| Мурадова Фатимат Одиссеевна Еренчинов Сергей Александрович | |
| 1.6. Химическая технология | 56 |
| ОБЗОР МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ МАССОВОЙ ДОЛИ СВИНЦА В АЛЮМИНИЙ АТОМНО- ЭМИССИОННЫМ С ИНДУКТИВНО-СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМОЙ МЕТОДОМ АНАЛИЗА РАЗРАБОТАННОЙ ТОО «КАЗЦИНК» | 56 |
| Касымова Лаура Ерланкызы Аубакирова Роза Аблакимовна | |
| Физико-математические науки | 61 |
| Раздел 2. Физика | 61 |
| 2.1. Физика конденсированного состояния | 61 |
| ПЕРКОЛЯЦИОННАЯ ПРОВОДИМОСТЬ КЕРМЕТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОРОШКОВОЙ СМЕСИ ПРОВОДЯЩЕГО И ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛОВ Йе Еинт Ко Ко | 61 |
| 2.2. Физика магнитных явлений | 66 |
| ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ ХОЛЛОВСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ ALGAAS/INGAAS | 66 |
| Рябченко Ксения Константиновна Пахомов Алексей Юрьевич | |

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

РАЗДЕЛ 1.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

1.1. БЕЗОПАСНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

РАССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН НЕСЧАСТНОГО СЛУЧАЯ НА ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНОМ ОБЪЕКТЕ

Дурагина Виктория Васильевна

студент,

Вологодский государственный университет,

РФ, г. Вологда

Аннотация. Статья посвящена расследованию несчастных случаев на потенциально опасном объекте. Проанализированы данные из докладов о правоприменительной практике контрольно-надзорной деятельности в Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору при осуществлении федерального государственного надзора в области промышленной безопасности, на основании этого прослеживается динамика чрезвычайных ситуаций на объектах металлургической отрасли. Рассматриваются все причины несчастных случаев на опасном объекте, происшедшие с работниками и другими лицами, участвующими в производственной деятельности. Приводится ранжирование причин аварийности.

Abstract. The article is devoted to the investigation of accidents at a potentially dangerous object. The data from the reports on the law enforcement practice of control and Supervisory activities in the Federal service for environmental, technological and nuclear supervision in the implementation of Federal state supervision in the field of industrial safety are analyzed, on the basis of this the dynamics of emergency situations at the facilities of the metallurgical industry is traced. We consider all the

causes of accidents at a hazardous facility, which occurred with employees and other persons involved in production activities. The ranking of the causes of accidents is carried out.

Ключевые слова: несчастный случай; потенциально опасный объект; металлургическая отрасль; причина; травматизм; безопасность производственного объекта.

Keywords: accident; potentially dangerous object; metallurgical industry; cause; injury; safety of production facility.

В условиях современного общественного производства несчастные случаи значительно возрастают. Труд работника, как правило, связан не только с использованием относительно простых приспособлений и средств труда, но и с применением сложных технических средств, электронных приборов, мощной техники, протекает в условиях высокотехнологичных производств. Разнообразие опасностей и вредностей, наблюдаемое на рабочем месте, заставляет задумываться о безопасности работника и предпринимать меры по сохранению его жизни и здоровья в процессе работы. Все названное выше свидетельствует об актуальности настоящего исследования.

Расследованию и учету подлежат несчастные случаи, происшедшие с работниками и другими лицами, участвующими в производственной деятельности работодателя, при исполнении ими трудовых обязанностей или выполнении какой-либо работы по поручению работодателя, а также при осуществлении иных правомерных действий, обусловленных трудовыми отношениями с работодателем либо совершаемых в его интересах.

Целью данной работы является выявление причин несчастных случаев на потенциально опасном объекте и определение приоритетных направлений по снижению производственного травматизма персонала.

Цель работы обусловила постановку и решение следующих задач:

- изучить законодательные и нормативные требования по обеспечению промышленной безопасности;
- собрать статистические данные об авариях на потенциально опасных объектах;
- провести анализ причин производственного травматизма.

Объектом исследования являются объекты металлургической отрасли.

Предмет исследования - несчастные случаи на объектах металлургической отрасли, подлежащие расследованию и учету.

Для исследования направления показателей несчастных случаев на предприятиях металлургической отрасли проанализированы данные

из докладов о правоприменительной практике контрольно-надзорной деятельности в Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору при осуществлении федерального государственного надзора в области промышленной безопасности за период с 2010 по 2018 годы. Результаты анализа представлены на рисунке 1.

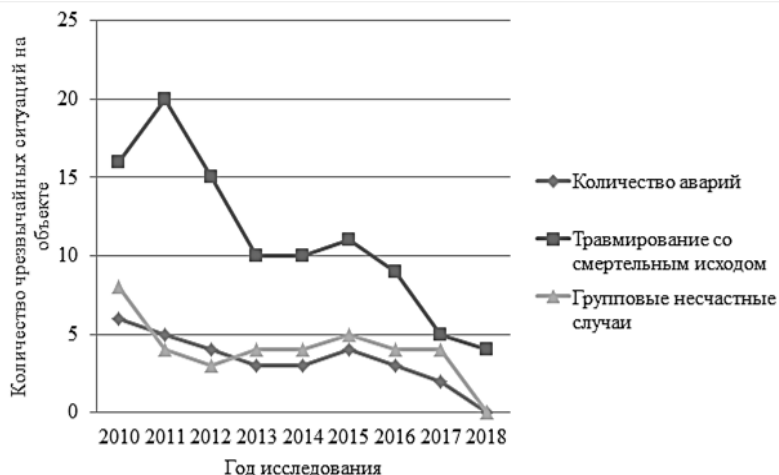


Рисунок 1. Динамика чрезвычайных ситуаций на объектах металлургической отрасли

Анализируя данные рисунка можно сделать вывод, что в течении исследуемого периода общее количество ситуаций со смертельным травматизмом снижается на фоне существенно не меняющегося числа аварий и групповых несчастных случаев. Это свидетельствует о повышении грамотности и соблюдении требований по безопасности производственным персоналом при сохраняющемся уровне техногенных рисков, связанных с нарушением в технологическом процессе и состоянием оборудования.

Среди основных причин чрезвычайных ситуаций имеет место физический износ оборудования и ошибочные технические и технологические решения при проектировании и эксплуатации металлургического процесса. В меньшей степени причинами аварий, как показывает статистика, является «человеческий фактор» на производстве.

Ранжирование причин аварийности выглядит следующим образом:

1. нарушение технологии ведения металлургических процессов;
2. неудовлетворительная организация и проведение работ;
3. неисправность оборудования;
4. недостаточный производственный контроль за условиями труда и безопасным ведением технологического процесса;
5. пренебрежение правилами охраны труда и пожарной безопасности;
6. отсутствие контроля за перемещением техники в зоне нахождения газопроводов;
7. медленные темпы замены оборудования и технических средств безопасности;
8. несвоевременного проведения экспертизы технических устройств, зданий и сооружений;
9. низкий уровень трудовой и производственной дисциплины;
10. низкий уровень знаний у рабочих в области охраны труда;
11. неправильное использование оборудования, работающего под давлением;
12. снижение качества профессиональной подготовки производственного и ремонтного персонала.

С целью снижения уровня возможных чрезвычайных ситуаций, индивидуальных и коллективных рисков в металлургической отрасли необходимо усовершенствовать проведение мероприятий по обеспечению безопасности персонала на объекте.

На основании вышеизложенного следует, что за последние годы производственный травматизм при снижении своих показателей продолжает оставаться одной из актуальных проблем. Исследование производственного травматизма показало, что зачастую в основе его причин лежит физический износ оборудования и ошибочные технические и технологические решения при проектировании и эксплуатации металлургического процесса. В меньшей степени причинами аварий, как показывает статистика, является «человеческий фактор», то есть человек, который является важным звеном организационно-исполнительской цепи производственного процесса.

Список литературы:

1. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс]: федер. закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ // КонсультантПлюс: справ.-правовая система / Компания «КонсультантПлюс».

2. О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс]: федер. закон от 21.07.1997 № 116 -ФЗ // КонсультантПлюс: справ.-правовая система / Компания «КонсультантПлюс».
3. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]: федер. закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018) // КонсультантПлюс: справ.-правовая система / Компания «КонсультантПлюс».
4. Обзор аварий и инцидентов в металлургической отрасли [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://markmet.ru/tehnika-bezopasnosti-vmetallurgii/obzor-krupneishikh-avarii-v-metallurgicheskoi-otrasli>.
5. Об утверждении доклада о правоприменительной практике контрольно-надзорной деятельности в Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору при осуществлении федерального государственного надзора в области промышленной безопасности за 2017 год [Электронный ресурс]: приказ от 23.03.2018 N 127. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/557179720>.
6. Об утверждении доклада о правоприменительной практике контрольно-надзорной деятельности в Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору при осуществлении федерального государственного надзора в области промышленной безопасности за 6 месяцев 2018 года [Электронный ресурс]: приказ от 28.09.2018 N 482. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/551381790>.

1.2. ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

ПРОГРАММА ДЛЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Коробейников Илья Сергеевич

*магистрант,
Волгоградский государственный университет,
РФ, г. Волгоград*

PROGRAM FOR MODELING PHYSICAL PROCESSES

Iliia Korobeinikov

*master,
Volgograd State University,
Russia, Volgograd*

Аннотация. При отсутствии серьезных навыков программирования у студентов первых курсов возникает необходимость разработки программного обеспечения для поддержки лабораторного практикума. В статье рассматривается схема упругого взаимодействия между телами без учета внешних сил с использованием метода Эйлера.

Abstract. In the absence of serious programming skills of students there will need to develop software to support laboratory practical work. The article discusses the scheme of elastic interaction between bodies without external forces using the Euler method.

Ключевые слова: упругое столкновение; сила взаимодействия; моделирование; визуализация.

Keywords: elastic collision; force of interaction; modeling; rendering.

Программа разработана для имитационного моделирования упругого столкновения тел, предназначена для студентов 1-ого и 2-ого курса кафедры ИСКМ ВолГУ и будет помогать в изучении дисциплины «Физические основы современных технологий». Такое программное обеспечение может использоваться студентом в качестве основы при разработке программ численного моделирования.

Численный алгоритм реализован в среде MS Visual Studio и написан на языке C++ с использованием графической библиотеки OpenGL и GLUT.

В основе решения задачи нахождения силы взаимодействия между телами лежит II закон Ньютона

$$m_k \bar{a}_k = \bar{F}_k,$$

здесь: m – масса k - го тела, \bar{a} – его ускорение, \bar{F} – сила, действующая на k - е тело со стороны всех других тел.

По определению ускорение есть производная от скорости по времени

$$\bar{a}_k = \frac{d\bar{v}_k}{dt},$$
$$\frac{d\bar{v}_k}{dt} = \frac{\bar{F}_k}{m},$$

где: \bar{v}_k – скорость k -го тела.

Применяем метод Эйлера для нахождения скорости и положения тела [3]

$$\frac{d\bar{v}_k}{dt} \cong \frac{\Delta\bar{v}_k}{\Delta t} = \frac{\bar{v}_k(t + \Delta t) - \bar{v}_k(t)}{\Delta t},$$
$$\frac{\bar{v}_k(t + \Delta t) - \bar{v}_k(t)}{\Delta t} = \frac{\bar{F}_k}{m}.$$

Выражаем скорость на следующем шаге по времени $\bar{v}_k(t + \Delta t)$

$$\bar{v}_k(t + \Delta t) = \bar{v}_k(t) + \frac{\Delta t}{m} \bar{F}_k.$$

Выражаем положение тела на следующем шаге по времени

$$\bar{r}_k(t + \Delta t) = \bar{v}_k(t + \Delta t)\Delta t.$$

В работе рассмотрена схема упругого взаимодействия тел без учета внешних сил. Чтобы рассчитать силу взаимодействия для каждого тела k со стороны всех остальных тел нужно высчитать сумму

$$\bar{F}_k = \sum_{k'=1}^N \bar{F}_{kk'},$$

здесь $\bar{F}_{kk'}$ - сила взаимодействия между k и k' телом, N – общее количество тел.

Так как моделируется абсолютно упругое столкновение, нужно рассчитать силу упругости между телами

$$F = -Kx,$$

здесь K – коэффициент упругости, x – расстояние, на которое изменяется исходная длина тела.

Поставим, что $\Delta\bar{r}_{kk'}$ – глубина проникновения тел друг в друга, k – индекс тела, k' – индекс соседнего тела. Тогда формула будет выглядеть так

$$\bar{F} = -K\Delta\bar{r}_{kk'}. \quad (1)$$

Глубину проникновения $\Delta\bar{r}_{kk'}$ можно найти по формуле

$$\Delta\bar{r}_{kk'} = R_k + R_{k'} - \bar{r}_{kk'},$$

где: R_k – радиус k -ого тела, $R_{k'}$ – радиус k' -ого тела, $\bar{r}_{kk'}$ – расстояние между телами.

Для того чтобы вычислить глубину проникновения тел нужно рассчитать расстояние между телами по формуле

$$|\bar{r}_{kk'}| = \sqrt{(x_k - x_{k'})^2 + (y_k - y_{k'})^2}.$$

Так как расчёт идет в декартовой системе координат необходимо вычислить силу для x и y компонент. Для каждого тела k вычисляем две компоненты силы

$$(\bar{F}_{kk'})_x = -K(R_k + R_{k'} - \bar{r}_{kk'}) \frac{x_{k'} - x_k}{\bar{r}_{kk'}}, \quad (2)$$

$$(\bar{F}_{kk'})_y = -K(R_k + R_{k'} - \bar{r}_{kk'}) \frac{y_{k'} - y_k}{\bar{r}_{kk'}}. \quad (3)$$

Таким образом, подставляем значения в формулу (1) и вычисляем силу взаимодействия.

Алгоритм работы программы

- Задаем начальные параметры, инициализируем тела.
- Для каждого тела k рассчитываем скорость, положение и силу взаимодействия с другими телами на шаге по времени Δt .
- Записываем полученные значения в файл.
- Если тело достигло края расчетной области, рассчитываем зеркальное отражение.

При запуске программы на экране появляется окно визуализации. Окно визуализации содержит наблюдаемую сцену, тела и некоторые параметры системы. Интерфейс работы программы представлен на рисунке 1.

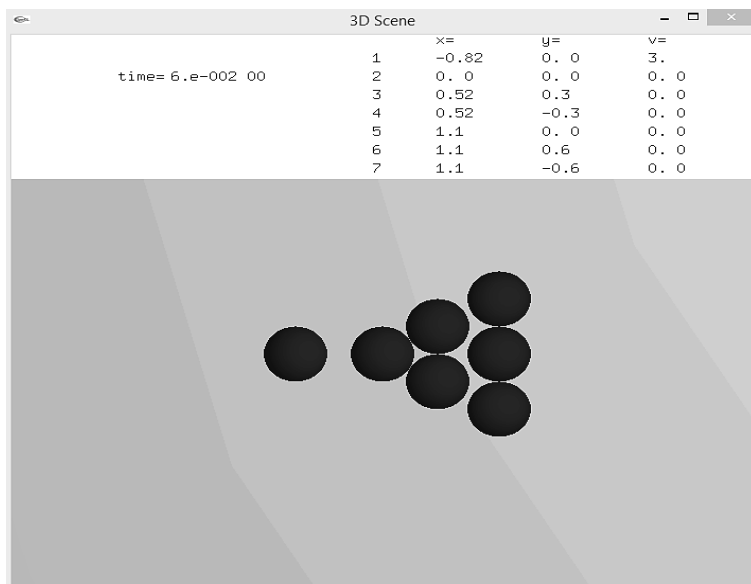


Рисунок 1. Интерфейс работы программы

Проведем проверку использованного метода путем исследования вычислений на закон сохранения механической энергии

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{m_1 v_1'^2}{2} + \frac{m_2 v_2'^2}{2},$$

здесь v_1 и v_2 - скорость первого и второго тела до столкновения, v_1' и v_2' - скорость первого и второго тела после столкновения.

Согласно классической механике полная механическая энергия замкнутой системы тел, между которыми действуют только консервативные силы, остается постоянной

$$E_{\text{нач}} = E_{\text{кон}},$$

$$\Delta E = E_{\text{кон}} - E_{\text{нач}} = 0,$$

здесь $E_{\text{нач}}$ - кинетическая энергия до удара, $E_{\text{кон}}$ - кинетическая энергия после удара.

Рассмотрим частный случай, в котором два тела имеют одинаковую массу, одно тело движется с постоянной скоростью в сторону другого. На рисунке 2 находится график изменения полной механической энергии.

**Рисунок 2. График изменения полной механической энергии (ΔE).
 Δt - шаг по времени, K - коэффициент упругости**

Из этого графика следует, что метод имеет погрешность, чем больше значение Δt , K , тем сильнее видно отклонение.

Существенным недостатком простого метода Эйлера является слишком большая погрешность. Данный факт хорошо виден на рисунке 2. Улучшить приближение можно при помощи уменьшения шага по времени.

Проведенное исследование показывает, что при работе с программой можно решать ряд задач: исследование системы на закон сохранения энергии; влияние коэффициента упругости и шага по времени на точность вычислений; построение и анализ графиков на основе данных, записанных в файл.

Список литературы:

1. Богуславский А.А., Щеглова И.Ю. Лабораторный практикум по курсу "Моделирование физических процессов": Учебно-методическое пособие для студентов физико-математического факультета. – Коломна: КГПИ, 2002. – 88 с.
2. Вержбицкий В.М. Основы численных методов: учебник для вузов. - М.: Высшая школа, 2002. - 840 с.

3. Зализняк В.Е. Численные методы. основы научных вычислений: Учебник и практикум для академического бакалавриата / В.Е. Зализняк. – Люберцы: Юрайт, 2016. – 356 с.
4. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 320 с.
5. Шмидский Я.К. Программирование на С++. Самоучитель.: – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 368 с.

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ПО УЧЕТУ РАБОТЫ СТО (НА ПРИМЕРЕ «АВТОТЕХЦЕНТР»)

Мальцев Александр Владимирович

*студент
педагогический институт филиал СФУ,
РФ, г. Лесосибирск*

Ахтамова Светлана Станиславовна

*канд. пед. наук, доцент,
доц. кафедры высшей математики, информатики и естествознания,
Лесосибирский педагогический институт филиал СФУ,
РФ, г. Лесосибирск*

Аннотация. Предмет.

Предметом исследования является «Разработка базы данных по учету работы СТО (на примере «Автотехцентр»)».

Цели.

Целью работы является разработка базы данных по учету работы станции технического обслуживания

Методология. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Проанализировать научную и специальную литературу по теме исследования.
- Раскрыть теоретические основы базы данных.
- Спроектировать организационную и процессную модели СТО.

Ключевые слова: информационная система; базы данных; проектирование; модель.

Автомобильный транспорт представляет собой отрасль народного хозяйства, обладает значительными резервами повышения эффективности использования подвижного состава, кроме этого выполняет важную роль для экономики нашей страны.

Во время использования транспортного средства постепенно снижаются его эксплуатационные свойства из-за изнашивания материалов, появления коррозии, повреждения и поломок деталей и узлов, усталости свойств материала, из которого они были изготовлены. Из-за этого в машине образуются различные поломки, которые в итоге сокращают эффективность его использования. Для того чтобы снизить вероятность появления дефектов и своевременно устранить их создается станция технического обслуживания (ТО) и ремонта.

Одна из основных областей применения компьютеров является хранение и переработка больших объемов информации в различных сферах деятельности человека: в экономике, банковском деле, торговле, транспорте, медицине, науке и т. д.

Информационная система – это система, в которой реализуется автоматизированный сбор, обработка и манипулирование данных, включающая технические средства для обработки данных, программное обеспечение и обслуживающий персонал.

Целью любой информационной системы является обработка данных об объектах реального мира. Основа информационной системы – база данных. В широком смысле слова база данных – это совокупность сведений о конкретных объектах реального мира в какой-либо предметной области. Предметная область – часть реального мира, которая подлежит изучению для организации управления его объектами и, в конечном итоге, автоматизации, например предприятие, вуз и т. д.

Для того чтобы создать базу данных, пользователю нужно упорядочить информацию по разным признакам и быстро произвести выборку с произвольным сочетанием признаков. При этом необходимо выбрать правильную модель данных. Модель данных – это формальное представление ключевых категорий восприятия реального мира, которые представлены его объектами, связями, свойствами, а также их взаимодействиями.

Система управления базами данных (СУБД) – система программ, которая позволяет создавать базу данных, обновлять хранимую в ней информацию, обеспечить удобный доступ к ней с целью просмотра и поиска.

Объединение базы данных и программы системы управления базами данных образует информационно-поисковую систему, которая называется банком данных.

Организационная модель создается в начале моделирования бизнес-процессов. В иерархической модели отображаются подразделения предприятия, наименование должностей, фамилии руководителей подразделений и отдельных сотрудников.

Сложные иерархические структуры могут быть декомпозированы, например, структура подразделения может быть раскрыта на более детальной схеме. Также могут быть построены модели иерархии подчиненности во временных коллективах, группах и т. д. Все объекты организационных моделей могут быть использованы при построении моделей бизнес-процессов.

Организационная модель (рисунок 1) предприятия станции технического обслуживания выглядит следующим образом:



Рисунок 1. Организационная модель СТО

В управлении предприятия стоит директор, в его подчинении находится механик (он выполняет функцию контроля за исполнение работы по ремонту и обслуживанию транспортного средства, а так же он отвечает за контроль поставки запчастей от курьера). Далее следом идет штат рабочих (отвечающих за услуги выполнения работ по обслуживанию транспортных средств), затем курьер (поставляет расходные материалы автозапчастей).

На основе созданной модели, ярко выделены связи отчетностей. Для разработки информационной системы требуется создание одного прикладного приложения, формирующего отчет деятельности работы предприятия в виде базы данных.

Процессная модель представляет собой описание предприятия, как целостная система со всеми неразрывно связанными в ней бизнес-процессами, структурными подразделениями, производственными и управленческими функциями.

В каждой организации ежедневно протекает множество процессов. Чтобы систематизировать и упорядочить бизнес-процессы, протекающие на предприятии, их принято делить на следующие основные группы:

- Основные процессы: генерируют доходы компании. Примерами процессов закупки, продажи и производства продукта; ее складирования и транспортировки.

- Процессы обеспечения: поддерживают инфраструктуру компании. В эту категорию входит техническое, информационное и административно – хозяйственное обеспечение; обеспечение безопасности, социальной сферы и финансовых операций; консультационное и аудиторское обеспечение.

- Процессы управления: управляют компанией. К этой категории относят такие процессы как процессы управления финансами, маркетингом, персоналом и логистикой; экономическое, стратегическое и организационное управление, а также управленческий учет.

- Процессы развития: развивают компанию. Представляют инвестиционные виды деятельности, нацеленные на прибыль от сегодняшних вложений в долгосрочной перспективе.

На основании анализа осуществляемых процессов, на предприятии формируется процессная модель (рисунок 2):

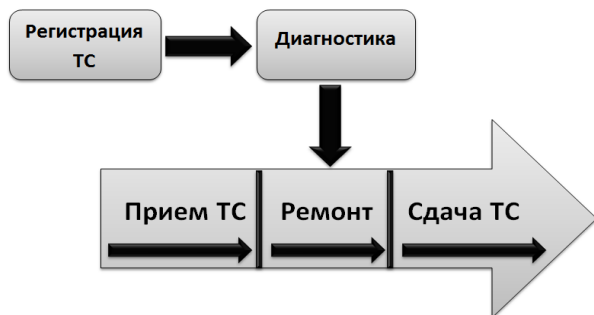


Рисунок 2. Процессная модель станции технического обслуживания

Описание процесса:

- Приём заявки заказчика на обслуживания транспортного средства;
- Регистрация транспортного средства в базе данных;
- Диагностики выявления неисправностей транспортного средства;
- Ремонт выявленных неисправностей транспортного средства;
- Формирование отчёта по выполненной работе для последующей сдачи транспортного средства заказчику.

Для того чтобы результат на выходе максимально соответствовал ожиданиям клиента, предприятие нуждается в слаженной организованной информационной системе, которая бы помогала персоналу в осуществлении процессов, и могла хранить большие объемы данных.

Таким образом, спроектированная информационная система готова к реализации. Для её реализации необходимо разработать программный код, спроектировать пользовательский интерфейс и внедрить в действующее предприятие.

Список литературы:

1. Гаврилов М.В. Информатика и информационные технологии: Учебник для бакалавров / М.В. Гаврилов, В.А. Климов; Рецензент Л.В. Кальянов, Н.М. Рыскин. - М.: Юрайт, 2013. - 378 с.
2. Диго С.М. Проектирование и использование баз данных. - М.: Финансы и статистика, 1995. - 487 с.
3. Когловский М.Р. Технология баз данных на персональных ЭВМ. - М. Финансы и статистика, 1992. - 315 с.

МАНДАТНЫЙ ПРИНЦИП КОНТРОЛЯ ДОСТУПА В ЗАЩИЩЕННЫХ ОС LINUX

Очилов Низомиддин Нажмиддин угли

главный специалист, программист

*Государственный центр тестирования
при Кабинете Министров Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

MANDATE PRINCIPLE OF ACCESS CONTROL IN PROTECTED LINUX OS

Nizomiddin Najmiddin ugli Ochilov

Chief specialist, programmer

*State Testing Center under the Cabinet
of Ministers Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent city*

Аннотация. Мандатная модель управления доступом, кроме дискреционной и ролевой, является основой реализации разграничительной политики доступа к ресурсам при защите информации ограниченного доступа. Для файловых систем, оно может расширять или заменять дискреционный контроль доступа и концепцию пользователей и групп.

Abstract. The mandatory access control model, in addition to discretionary and role-based, is the basis for the implementation of the demarcation policy of access to resources while protecting restricted access information. For file systems, it can extend or replace discretionary access control and the concept of users and groups.

Ключевые слова: мандатная модель; низкий уровень секретности; средний уровень секретности; высокий уровень секретности; уровень конфиденциальности.

Keywords: mandatory model; low level of secrecy; medium level of secrecy; high level of secrecy; level of confidentiality.

Введение. Данная модель доступа практически не используется «в чистом виде», обычно на практике она дополняется элементами других моделей доступа [1, 2].

Например, субъект «Пользователь № 2», имеющий допуск уровня «не секретно», не может получить доступ к объекту, имеющего метку «для служебного пользования». В то же время, субъект "Пользователь «№ 1» с допуском уровня «секретно», имеет право доступа к объекту с меткой «для служебного пользования» (рис. 1 и 2).

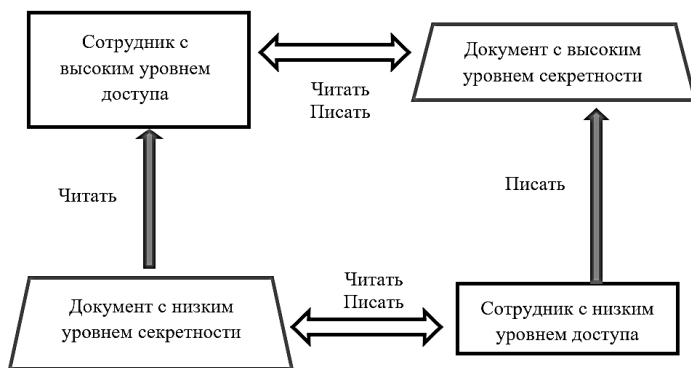


Рисунок 1. Схема возможностей классической модели Белла – ЛаПадулы

Мандатная система запрещает пользователю или процессу, обладающему определённым уровнем доверия, получать доступ к информации, процессам или устройствам более защищённого уровня [3]. Тем самым обеспечивается изоляция пользователей и процессов, как известных, так и неизвестных системе (неизвестная программа должна быть максимально лишена доверия, и её доступ к устройствам и файлам должен ограничиваться более строго).

Очевидно, что система, которая обеспечивает разделение данных и операций в компьютере, должна быть построена таким образом, чтобы её нельзя было «обойти». Она также должна давать возможность оценивать полезность и эффективность используемых правил и быть защищённой от постороннего вмешательства.

Основная часть. Для построения политики была использована программа SELinux.

Для своей работы SELinux использует так называемые политики, которые состоят из набора конфигурационных файлов (пользователи SELinux, контексты стандартных файлов и прочее) и бинарных модулей политики. Данные файлы расположены в директории `/etc/selinux/<имя политики>`. Активная политика, а также ее режим (*permissive/enforcing*) задаются в конфигурационном файле `/etc/SELinux/config`, в формате:

```
SELINUX=permissive # либо enforcing, либо disabled
```

для полного отключения SELinux.

```
SELINUXTYPE=targeted-mls # имя политики
```

Режим работы SELinux можно задать и при загрузке ядра, тогда значение в конфигурационном файле будет проигнорировано. В реализованной системе предпочтение отдано флагам ядра, прописанным в загрузчик Lilo.

При инициализации системы SELinux, на основе конфигурационных файлов, файлов контекстов и модулей политик, создает кэш правил (временные правила) в директории с виртуальной файловой системой `/SELinux`. При любых изменениях в политике, даже при добавлении нового пользователя, происходит перекаширование, особенно это заметно при многомодульных политиках [4]. Таким образом, матрица доступов постоянно храниться в оперативной памяти, что позволяет свести затраты процессора на авторизацию действий к минимуму.

На основе мандатного контроля доступа:

- Учетная запись пользователя имеет только один уровень доступа.
- В системе учетные записи пользователей по мандатному распределению делятся на три уровня: s0 (низкий уровень), s1 (средний уровень), s2 (высокий уровень секретности).
 - У одного пользователя может быть до трех учетных записей в зависимости от уровня доступа. Например, s0 имеет одну учетную запись, s1 – две учетной записи, s2 – три учетной записи.
 - Пользователь под учетной записью имеет право создавать, редактировать и читать файлы, уровень конфиденциальности которых равен уровню доступа данной учетной записи.
 - Пользователь под учетной записью имеет право читать файлы, уровень конфиденциальности которых равен или ниже уровня доступа данной учетной записи.
 - Во всех остальных случаях в доступе должно быть отказано.
 - • При создании нового файла ему будет присвоена метка конфиденциальности, соответствующая уровню доступа данной учетной записи пользователя.
 - Для изменения меток конфиденциальности файлов в случае необходимости передачи информации на другой уровень безопасности должен привлекаться администратор безопасности.
 - Обращение к приложениям и сервисам осуществляется на основе стандартной дискреционной модели Linux, предотвращающей доступ к системным приложениям и настройкам, так что пользователь не сможет изменить собственные или чужие уровни доступа или конфиденциальности, а также метки файлов.

Следует заметить, что для корректной работы системы необходимо, чтобы системный администратор в обязательном порядке связывал все учетные записи пользователей с SELinux.

Следует отметить, что данную операцию рекомендуется осуществлять *только* при первом запуске системы в режиме работы SELinux, т. к. иначе может измениться уровень конфиденциальности файлов на s0, что означает разрешенный доступ всем к данному ресурсу. При постоянной работе SELinux даже в режиме permissive, метки для новых файлов расставляются автоматически, согласно контексту и уровню доступа создающего файл процесса (например, если пользователь уровня s2 создаст какой-то файл, то файлу проставляется уровень s2).

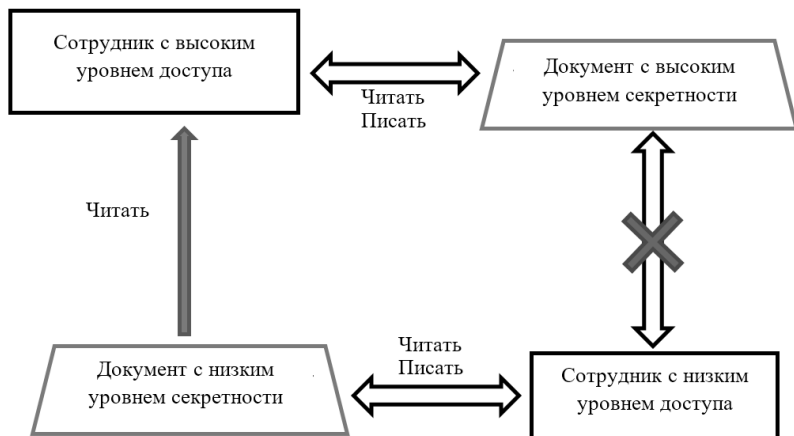


Рисунок 2. Схема реализации мандатной модели в ОС Linux

Заключение. Самое важное достоинство заключается в том, что пользователь не может полностью управлять доступом к ресурсам, которые он создаёт. Очевидно, что система, которая обеспечивает разделение данных и операций в компьютере, должна быть построена таким образом, чтобы её нельзя было «обойти». Она также должна давать возможность оценивать полезность и эффективность используемых правил и быть защищённой от постороннего вмешательства.

Список литературы:

1. Клейменов С.А., Мельников В.П., Петраков А.М. Администрирование в информационных системах; - Москва, 2008. - 272 с.
2. Хорев П.Б. Методы и средства защиты информации в компьютерных системах, М., Издательский центр "Академия", 2005 – 256 с.
3. Бармен Скотт. Разработка правил информационной безопасности. М.: Вильямс, 2002. – 208 с.
4. Мартемьянов Ю.Ф., Яковлев А.В., Яковлев А.В. Операционные системы. Концепции построения и обеспечения безопасности; Горячая Линия - Телеком, 2011. - 338 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ОБРАЩЕНИЙ В ЛОКОМОТИВНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Турсунканов Абай Амангельдиевич

*магистрант,
Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева,
Республика Казахстан, г. Нур-Султан*

Касимова Ботакоз Рахметоллаевна

*канд. техн. наук, доцент,
Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева,
Республика Казахстан, г. Нур-Султан*

Аннотация. Предлагается применить подход ITSM к реорганизации деятельности IT подразделений АСУ ЭДТ. Подход ITSM - это разработка новых регламентов на основе построения усовершенствованной автоматизированной модели функционирования IT отдела с учетом рекомендаций ITIL в условиях активного развития информационно-коммуникационных технологий в локомотивном хозяйстве. Сервисная служба расширяет использование современных инструментальных средств для решения внутренних задач.

Ключевые слова: ITSM; ITIL; автоматизированная система обработки обращений; информационная услуга; локомотивное хозяйство; АСУ ЭДТ.

Новые информационно-коммуникационные технологии ежедневно проникают во все сферы жизни и деятельности человечества. Огромное количество информации препятствует быстрому и качественному функционированию сотрудников сервисной службы. Поэтому локомотивное хозяйство нуждается в новой автоматизированной системе в соответствии с требованиями заказчиков.

ITSM – относительно новая концепция управления информационными подразделениями (IT подразделения). Суть ITSM в современном её понимании заключается в необходимости перехода от традиционной модели, где главная цель – это собственно поддержка IT инфраструктуры, к схеме ориентированной на обслуживание основного бизнеса компании [1].

АСУ ЭДТ – это комплексная автоматизация и информационная поддержка бизнес-процессов по учёту, контролю и анализу потребления: электроэнергии и дизельного топлива в области железнодорожного транспорта [2].

АСУ ЭДТ содержит три основных уровня:

- Уровень Центрального сервера (далее УЦС) отвечает за накопление данных, обработку, подготовку отчетов, другой информации, необходимой для аналитической работы.
- Уровень локомотива (далее УЛ) на основе приборов осуществляет сбор технических параметров и передает их на уровень центрального сервера. Эти данные используются для формирования различных отчетов и для заполнения маршрута машиниста в автоматическом режиме.
- Электронная маршрут машиниста (далее ЭММ) - автоматическая фиксация событий в режиме реального времени полностью исключает необходимость ведения записей машиниста на бумажном носителе.

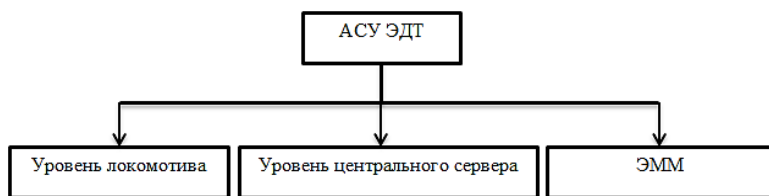


Рисунок 1. Основные уровни АСУ ЭДТ

Автоматизированная система обработки обращений может решать большую часть инцидентов автоматически, не обращаясь к помощи специалистов на основании базы данных по запросам. Система гарантирует своевременное устранение проблемы, пользователь не тратит время на поиск специалиста для решения проблемы. Автоматизированная система обработки обращений обрабатывает как внешние обращения пользователей, так и обрабатывает сигналы тревог которые отправлены с УЛ автоматически без участия пользователей или машинистов. Автоматически созданные инциденты без участия оператора уменьшают количество обращений от пользователей, и увеличивают своевременное определение неисправности датчиков на локомотиве. Сигналы тревоги разработаны на ПО локомотива. Пример, для определения функциональной зависимости между плотностью и температуры топлива используется метод наименьших квадратов. В случае отклонения от диапазона значений плотности и от расчетного значения плотности срабатывает сигнал тревоги и отправляется в автоматизированную систему обработки обращений. Далее система маршрутизирует инцидент сотрудникам сервисной службы, и ждет устранения проблемы.



Рисунок 2. Сигнал тревоги о некорректной работе датчика плотности

Система предоставляет информацию о сервисах и обеспечивает взаимодействие с заказчиками. Автоматизированная система обработки обращений является средством мониторинга удовлетворенности пользователей.

Рассмотрим более подробно в качестве примера процесс «Устранение инцидента», который обеспечивается процессом управления инцидентами, в ITSM [3] содержит следующие под процессы:

- Выявление инцидента;
- Регистрация инцидента;
- Решение инцидента;
- Изменение ПО (программного обеспечения) или структуры базы данных;
- Изменения в оборудовании;
- Создание приказов, инструкций, внутренних регламентов

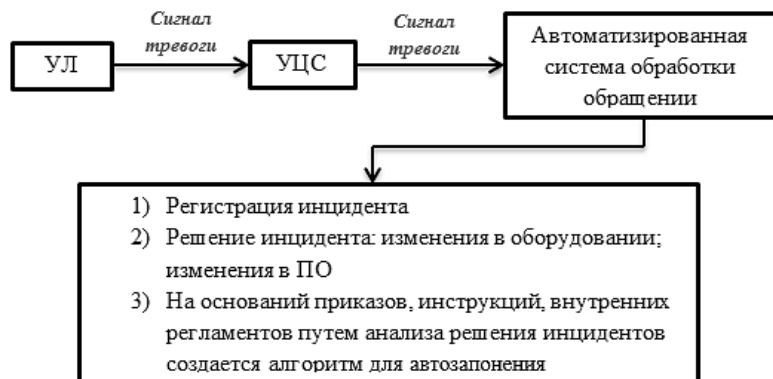


Рисунок 3. Процесс «Устранения инцидента»

Автоматизированная система обработки обращений уменьшает нагрузку на другие отделы устраняя инциденты автоматически не относящиеся к оборудованию или ПО обеспечению системы путем определения недоступности инцидента. Система работает как фильтр маршрутизирующий инциденты на соответствующие подразделения.

Автоматизированная обработка обращений должна уведомлять пользователей о текущих или ожидаемых ошибках, с помощью электронной почтой, web баннером и др.

Локомотивное хозяйство содержит тяговый подвижной состав, здания локомотивного депо, пункт технического осмотра, склады песка, топлива и смазочных материалов, экипировочные устройства, пункты смены бригад и дома отдыха локомотивных бригад, базы запаса локомотивов.

Устранения недоступности оборудования АСУ ЭДТ и уменьшение времени недоступности достигается с помощью автоматизированной системы обработки обращений путем маршрутизации заявок сотрудникам сервисной службы. На основании алгоритмов разработанных в системе по тексту решения инцидента, автоматически определяется организация виновная за недоступность и уровень недоступности. Алгоритмы авто заполнения разрабатываются путем анализа инцидентов.

Деятельность IT-услуг посредством разработки автоматизированной системы обработки заявок контакт-центра в локомотивном хозяйстве обладают следующими преимуществами: доступность информации об инциденте всему персоналу службы поддержки; своевременное обнаружение недоступности оборудования путем разработки модели сигнала тревоги на ПО УЛ; сокращение периода обслуживания

инцидента путем интеграции системы ПО УЛ и системы сотрудников сервисной службы; уменьшение загрузки оператора автоматическим созданием заявок с помощью интеграции; уменьшение механической работы оператора с помощью алгоритмов авто заполнения.

Список литературы:

1. Черняк Л. Библиотеки передового опыта и парадоксы управления ИТ [Электронный ресурс] // Открытые системы. СУБД. – 2005. – № 1. – Режим доступа: <http://www.osp.ru/os/2005/01/185188> (Дата обращения 25.05.2017).
2. АО «Транстелеком». https://ttc.kz/ru/Projects/?sec=1#project_cat_1.
3. Кожухов А. Управление непрерывностью ИТ-услуг [Электронный ресурс] // Корпоративные системы. – 2006. – № 9. Режим доступа: <http://www.icmag.ru/?ID=608550>.

1.3. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ТРОПОСФЕРНОГО ОЗОНА ДЛЯ Г. ТАШКЕНТА

Шермухамедов Улугбек Абдулазизович

специалист

НИГМИ, Узгидромет,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

COMPARATIVE ANALYSIS OF SATELLITE DATA OF TROPOSPHERIC OZONE FOR TASHKENT

Ulugbek Shermukhamedov

specialist

NIGMI, Uzhydromet,

Uzbekistan, Tashkent

Аннотация. Измерение приземного и тропосферного озона в настоящее время является важной задачей в разных исследованиях. Хотя приземные измерения озона ведутся во многих местах [1, 2] и полученные данные могут быть использованы для его количественного анализа, для полного представления, как временного, так и пространственного, состояния озона этих данных не достаточно. Поэтому для получения концентрации озона по всей толщине тропосферы используют разные методы и приборы. К ним относятся: озонзонды, лидары, самолетные и спутниковые измерения. Спутниковое измерение дает возможность охватить большой регион, помогает получить информацию о тех местах, где не делаются регулярные наземные измерения.

Abstract. Measuring surface and tropospheric ozone is currently an important task in various studies. Although the surface measurement of ozone is carried out in many places [1, 2] and the data obtained can be used for its quantitative analysis, for a complete picture of both temporal and spatial, the state of ozone is not sufficient. Therefore, to obtain the

concentration of ozone over the entire thickness of the troposphere, different methods and devices are used. These include: ozone probes, lidars, aircraft and satellite measurements. Satellite measurement provides an opportunity to embrace a large region, helps to get information about those places where regular ground-based measurements are not done.

Ключевые слова: Aura; NOAA; Nimbus; OMI/MLS; единица Добсона.

Keywords: Aura; NOAA; Nimbus; OMI / MLS; Dobson unit.

Средняя Азия, в том числе Узбекистан, попадает в поле зрения нескольких спутников, что дает возможность получить данные из этих спутников и использовать их для дальнейшего анализа. К таким спутникам относятся: Aura, NOAA, Nimbus и т. д. Для анализа рассмотрим данные полученные из трех спутников.

Aura – искусственный спутник NASA, который входит в химическую платформу системы наблюдения Земли (Earth Observing System (EOS)), с главной целью изучения химии и динамики атмосферы от земли до мезосферы [3]. Цель состоит в том, чтобы контролировать сложные взаимодействия атмосферных элементов, которые способствуют глобальному изменению озона, его созданию и истощению. Орбиты спутника Ауры находятся на высоте 705 км в гелиосинхронной полярной орбите с точным 16-дневным повторным циклом и с местным временем пересечения экватора 13:45. Орбитальное наклонение - 98,1 градуса, период обращения 98,82 минут.

Aura была запущена 15 июля 2004 и собирает данные с 9 августа 2004 года. Спутник несет на борту 4 инструмента: Инфракрасный радиометр высокого разрешения (High Resolution Dynamics Limb Sounder - HIRDLS), Микроволновый радиометр (Microwave Limb Sounder - MLS), Тропосферный эмиссионный спектрометр (Tropospheric Emission Spectrometer - TES) и Прибор озонового мониторинга (Ozone Monitoring Instrument - OMI).

NOAA-16 – метеорологический спутник, под управлением национального управления океанических и атмосферных исследований. Он был запущен 21 сентября 2000 года, и в настоящее время находится в эксплуатации, на солнечно-синхронной орбите высотой 849 км с периодом обращения 102 минуты [4]. Спутник несёт на себе следующие приборы: усовершенствованный зондирующий прибор СВЧ (AMSU), усовершенствованный радиометр очень высокого разрешения (AVHRR) и инфракрасный радиометр с высокой разрешающей способностью. Передатчик для автоматической передачи изображений (APT transmitter) выведен из эксплуатации 15 ноября 2000 года.

Nimbus 7 (также называемый Nimbus G) был метеорологическим спутником. Он был седьмым и последним в серии программ Nimbus.

Nimbus 7 был запущен 24 октября 1978 года ракетой Delta с авиабазы Ванденберг, штат Калифорния, США. Космический аппарат функционировал номинально до 1995 года. Спутник вращался вокруг Земли один раз в 1 час 34 минуты с наклоном 99 градусов. Его перигей был 941 км (585 миль), а апогей был 954 км (593 миль).

Спутник исследований и разработок Nimbus 7 служил в качестве стабилизированной, ориентированной на землю платформы для тестирования современных систем обнаружения и сбора данных в области загрязнения, океанографии и метеорологии.

Спутник имел следующие приборы:

- Цветной сканер прибрежной зоны (CZCS);
- Сканирующий радиометр радиационного бюджета Земли (ERB);
- Инфракрасный монитор стратосферы в зоне горизонта (LIMS);
- Сканирующий многоканальный микроволновый радиометр (SMMR);
- Спектрометр солнечного обратного рассеяния УФ и содержание озона (SBUV/TOMS);
- Измерение стратосферного аэрозоля II (SAM II);
- Стратосферный и мезосферный зонд (SAMS);
- Инфракрасный радиометр температуры-влажности (THIR).

Приведем метод получения данных тропосферного озона для спутника Aura.

Данные о тропосферном озоне определяются ежедневно путем вычитания озона стратосферного столбца из общего количества озона [5]. Озон стратосферного столбца (ОСС) рассчитывается вдоль траекторий орбиты, используя стандартную вертикальную интеграцию давления профилей озона MLS. Ежедневные измерения ОСС интерполируются по горизонтали (Гауссово+линейный) между траекториями орбиты, чтобы получить привязанные к сетке поля ОСС с горизонтальным разрешением $OMI\ 1^\circ \times 1,25^\circ$, а затем вычитаются из общего озона OMI. Среднемесячные значения определяются путем усреднения всех доступных ежедневных данных за каждый месяц. Форматирование файлов данных является стандартным "GRIDTOMS" с широтой 1 градус и разрешением долготы 1,25 градуса. Общий озон в колонне OMI отфильтрован для условий ясного неба путем включения только измерений, когда совпадающая отражательная способность OMI была меньше 0,3.

Дополнительные детали для метода OMI/MLS можно найти в [6].

Данные по столицам стран мира (в том числе по Ташкенту) доступны по ссылке: <https://avdc.gsfc.nasa.gov/pub/data/satellite/Aura/OMI/V03/L2OVP/ОМОЗPR/-h5> величина в DU <https://avdc.gsfc.nasa.gov/pub/data/satellite/Aura/OMI/V03/L2OVP/ОМТО3/-ASCII-.txt> – без дифференциации на слон.

3. Результаты обработки.

На рис. 1-5 приведены результаты обработки данных измерений. Надо отметить, что усредненные данные годового хода среднемесячных значений тропосферного озона взяты для спутника Ауга с 2005 по 2014 гг, для Nimbus с с 1979 по 1990 гг и для NOAA с 2005 по 2010 гг.

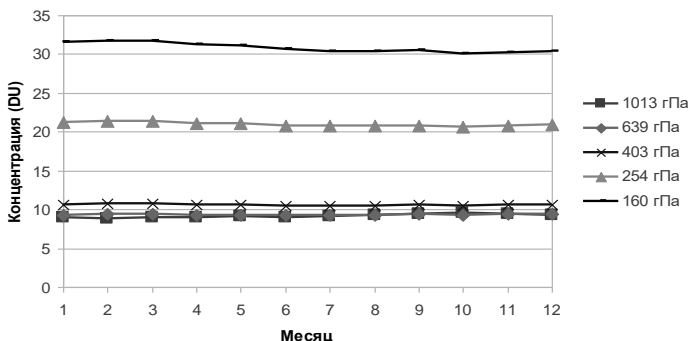


Рисунок 1. Годовой ход концентрации озона на разных высотах, по данным спутника Nimbus

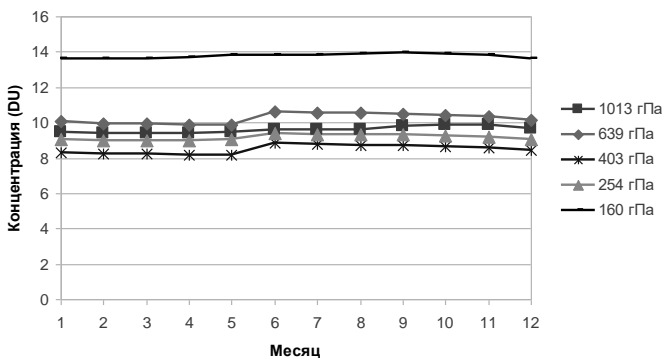


Рисунок 2. Годовой ход концентрации озона на разных высотах, по данным спутника NOAA

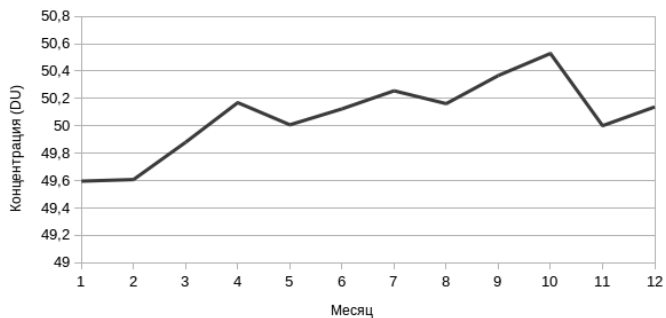


Рисунок 3. Годовой ход суммарной концентрации тропосферного озона по данным спутника Nimbus

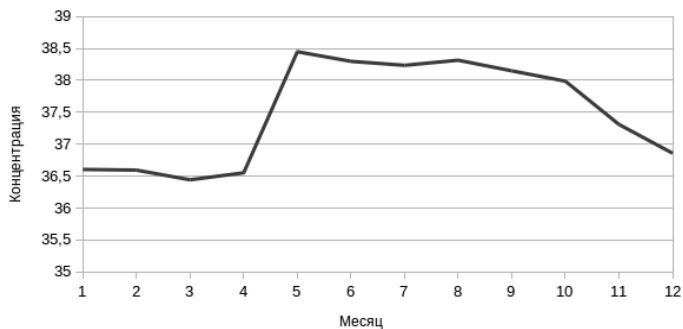


Рисунок 4. Годовой ход суммарной концентрации тропосферного озона по данным спутника NOAA

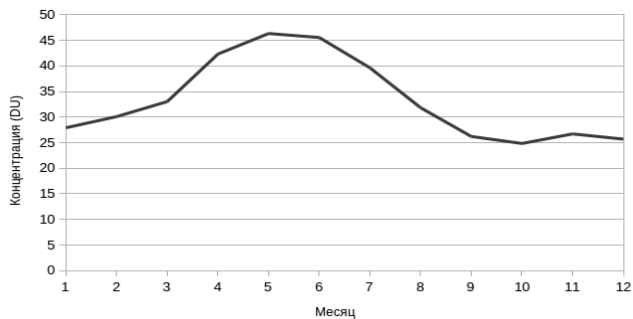


Рисунок 5. Годовой ход суммарной концентрации тропосферного озона по данным спутника Aura

Как видно из рис. 1 и 2, тренд изменения годовых концентраций озона по слоям меняется не значительно, и при значениях 1013, 639, 403 гПа значения данных спутников Nimbus и NOAA имеют близкие значения, при 254 и 160 гПа данные резко различаются. Это объясняется различными алгоритмами извлечения озона из первичных данных [2].

Данные для разных слоев позволяют нам судить не только о вертикальном распределении, но и анализировать источники озона, являются ли они метеорологическими, фотохимическими или стратосферным. Предполагается что чем выше слой, тем больше влияние транспорта озона из стратосферы.

На рис. 3-5 показан годовой ход суммарного тропосферного озона, полученного приборами трех спутников. Суммарный тропосферный озон, как по абсолютному значению, так и по годовому ходу имеет различие. Если по данным спутника Nimbus, значения меняются от 49,6 DU до 50,6 DU, то по данным спутника NOAA значения меняются от 36,5 DU до 38,5 DU. А по данным спутника Aura значения меняются от 38 DU до 52 DU.

Сопоставительный анализ измерения концентрации тропосферного озона с помощью спутников Nimbus, NOAA и Aura показал:

- при значениях 1013, 639, 403 гПа значения данных спутников Nimbus и NOAA имеют близкие значения, при других значениях имеют расхождение;
- по абсолютным значениям полученные данные имеют различие, для оценки этих данных по соответствию реальному распределению (временному и пространственному) тропосферного озона, требуется проведения дальнейших исследований.

Список литературы:

1. Проблемы мониторинга приземного озона и пути нейтрализации его вредного влияния. Труды международного совещания-семинара. Таруса, 6–7 июня 2012 г. Москва, 2013. -118 с.
2. Gaudel A, et al. 2018. Tropospheric Ozone Assessment Report: Present-day distribution and trends of tropospheric ozone relevant to climate and global atmospheric chemistry model evaluation. Elem Sci Anth, 6: 39. DOI: <https://doi.org/10.1525/elementa.291>.
3. <https://aura.gsfc.nasa.gov/about.html>.
4. <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/n/nimbus-7>.
5. Livesey, NJ, et al. 2011. EOS MLS Version 3.3 Level 2 data quality and description document, Tech. rep., Jet Propulsion Laboratory. Available from: <http://mls.jpl.nasa.gov>.

6. Ziemke J.R., et al. 2006. Tropospheric ozone determined from Aura OMI and MLS: Evaluation of measurements and comparison with the Global Modeling Initiative's. Chemical Transport Model, J. Geophys. Res., 111, D19303, doi:10.1029/2006JD007089.

1.4. РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ОБОЛОЧКИ КАБЕЛЯ

Николаев Даниил Васильевич

*студент,
СВФУ им. М.К. Аммосова,
РФ, г. Якутск*

Протодьяконова Галина Юрьевна

*канд. пед. наук,
СВФУ им. М.К. Аммосова,
РФ, г. Якутск*

RESTORATION OF CABLE JACKET TIGHTNESS

Daniil Nikolaev

*student NEFU them M.K. Ammosova,
Russia, Yakutsk*

Galina Protodyakonova

*Candidate of Pedagogical Sciences
NEFU them M.K. Ammosova,
Russia, Yakutsk*

Аннотация. При удлинении телефонного кабеля в свинцовой оболочке целостность может нарушиться, что приведет к проникновению влаги в кабель. Влага также может попасть внутрь, если конец кабеля после пайки не был тщательно припаян. Проникновение влаги под оболочкой кабеля значительно снижает сопротивление изоляции.

Abstract. When extending a telephone cable in a lead sheath, integrity may be compromised. In the end, it was just soldered. Moisture penetration under cable jacket.

Ключевые слова: кабель; оболочка; повреждение.

Keywords: cable; sheath; damage.

Один из самых распространенных видов повреждения силовых кабельных линий напряжением 1-10 кВ. Однофазные повреждения можно разделить на три группы в зависимости от величины переходного сопротивления в месте повреждения. В первую группу входят поврежденные переходные резисторы, равные десяткам или сотням Ом. Вторая группа включает поврежденные сопротивления переноса от нескольких кОм до сотен кОм, а третья группа повреждена сопротивлением, близким к нулю.

Причины повреждения кабелей очень разнообразны, их можно сгруппировать в следующие группы:

Дефекты, возникающие из-за проектных ошибок, - это ухудшение свойств изоляции, приводящее к недопустимому перегреву тока нагрузки из-за ошибочно низкого поперечного сечения жил кабеля.

Есть также заводские дефекты, которые возникают при производстве кабелей: трещины или сквозные отверстия в корпусе.

Дефекты прокладки кабеля: резкий изгиб кабеля к углам поворота трассы, механические повреждения (разрывы, вмятины, порезы, повороты кабеля).

Недостатки при установке муфт: неполное заполнение сцепления мастикой, плохая проверка давления муфт, повреждение или загрязнение изоляции кабеля при монтаже муфты.



Рисунок 1. Поврежденная оболочка кабеля связи

А также могут быть повреждения во время работы: случайное механическое повреждение кабелей.

Кабельные линии постоянно подвержены капризам природы. Но большая часть проблемы - вина человека. Например, во время выемки грунта или перемещения грунта наиболее распространенные причины повреждения включают старение или окончание проектного срока

службы, перенапряжение, тепловую перегрузку, коррозию, неквалифицированную прокладку кабелей, производственные дефекты и транспортные дефекты и хранение.

Короткое замыкание: поврежденная изоляция приводит к короткому замыканию двух или более проводников в точке повреждения.

Замыкание на землю Повреждение может произойти из-за замыкания на землю, индуктивно заземленных сетей или изолированных сетей, или из-за короткого замыкания на массу.

Обрыв кабеля: механическое повреждение и движение грунта могут привести к обрыву одного или нескольких проводников. Часто повреждение нестабильно, эпизодично и зависит от нагрузки на кабель. Причиной может быть сушка кабелей с масляной изоляцией при низкой нагрузке. Другая причина частичного разряда связана со старением или попытками электрических кабелей с полимерной изоляцией.

Повреждение оболочки кабеля: повреждение внешней оболочки кабеля не всегда приводит к немедленному выходу из строя кабельной линии, но со временем может привести к повреждению кабеля, в частности, из-за проникновения влаги и повреждения изоляции.

Повреждение кабеля должно быть быстро и точно определено, чтобы обеспечить условия для последующего ремонта и ввода в эксплуатацию линии. Как можно быстрее и максимально точно: главное - правильно выбрать метод измерения!

Для трудно обнаруживаемых повреждений и, прежде всего, для повреждений, возникающих при высоких напряжениях, подходит метод ослабления сигнала.

Наибольшее повреждение кабелей среднего и даже высокого напряжения можно обнаружить при стандартных импульсных напряжениях до 32 кВ. Однако в случае периодического повреждения это напряжение может быть недостаточным для причинения ущерба и не сможет определить точное место повреждения. Тогда для достижения цели позволит метод демпфирования сигнала.

Для устранения повреждения кабеля производят:

Требуется внешний осмотр кабеля и определение местоположения дефекта оболочки и границы влажности.

Если влага не проникает очень глубоко, ее удаляют путем нагревания свинцовой оболочки пламенем паяльной лампы. Если влага глубоко проникла в оболочку и не может быть удалена, поврежденный кусок кабеля обрезается и вставляется.

При неосторожном натяжении и прокладке кабеля в колодце может произойти раздавливание и пересечение свинцовой оболочки. Чтобы выровнять вмятину на корпусе, припаяйте свинцовую ленту или паяльную палочку, затем ленту вытягивают вручную, постукивая

деревянным молотком, пока поверхность не приобретет свою нормальную форму.

В соединительных кабелях с пластиковой оболочкой шланг может быть поврежден: в отверстиях должны быть точечные отверстия. Ремонт шлангов осуществляется теми же способами и материалами, которые используются для восстановления оболочки при установке муфт. Повреждения, обнаруженные на пластиковой крышке, исключают сварку через стеклянную ленту.

Также можно использовать ленточную технологию, обычно при обнаружении небольших порезов в оболочке.



Рисунок 2. Полиэтиленовая муфта

Способ герметизации муфт термоусаживаемыми трубками (ТУТ), применяется при новом строительстве или при ремонтных работах, когда сrostок жил демонтируется полностью и есть возможность надвинуть на кабель отрезки трубок. Плюсом этого способа является то, что трубки ТУТ можно использовать на всех существующих и всем известных типоразмерах соединительных и разветвительных муфт. Трубки ТУТ обеспечивают герметичность и необходимую эксплуатационную надежность, только если:

1) усажены на легкоплавкий подклеивающий слой или имеют нанесенный подслои.

2) правильно подобраны по типоразмеру.

Термоусаживаемые манжеты (ТУМ) с клеевым подслоем позволяют провести герметизацию муфт и поврежденных оболочек кабелей без их разрезания. Манжеты обязательно усаживаются на ровный и достаточно жесткий каркас, поэтому они поставляются со специальными каркасами, либо в качестве корпусов используются полиэтиленовые соединительные муфты. Манжеты позволяют монтировать муфты и в качестве прямых, и в качестве разветвительных. Ответвляющиеся кабели выводятся с помощью специальных разветвительных зажимов или пластин.

Количество выводов кабелей ограничено: на кабелях под давлением – не более трех с каждой стороны, а на кабелях без давления – не более четырех с каждой стороны.



Рисунок 3. Виды муфт

Список литературы:

1. <https://www.pergam.ru>.
2. <https://elektro-montagnik.ru>.
3. <https://www.calc.ru>.
4. http://izmer-ls.ru/rukvo/11_14.html.

1.5. СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТИ ДОРОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Булхаирова Сагдат Ибрагимовна

студент

*Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Сибирский государственный
автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)»,
РФ, г. Омск*

Кузнецова Вероника Вячеславовна

студент

*Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Сибирский государственный
автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)»,
РФ, г. Омск*

PROVISION OF FROST RESISTANCE OF ROAD CONSTRUCTIONS

Sagdat Bulkhairova

student

*Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«The Siberian State Automobile and Highway University»,
Russia, Omsk*

Veronica Kuznetsova

student

*Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«The Siberian State Automobile and Highway University»,
Russia, Omsk*

Аннотация. В статье предлагается рассмотреть порядок назначения несущих слоев оснований дорожных одежд из грунтов обработанных неорганическими вяжущими (использованием суглинистых грунтов).

Наличие оснований из укрепленных грунтов работают по принципу плиты позволяют снизить толщину дорожной одежды и повысить ее морозоустойчивость. Это позволяет обеспечить прочность дорожной конструкции и ее морозоустойчивость. Наличие цементогрунтовой плиты исключает неравномерное пучение и обеспечивает прочность асфальтобетонных слоев к образованию сетки трещин.

Abstract. The article proposes to consider the procedure for assigning bearing layers of pavement bases from soils treated with inorganic binders (using loamy soils). The presence of bases from fortified soils work on the principle of the slab allows to reduce the thickness of the road clothes and increase its frost resistance. This allows you to ensure the strength of the road structure and its frost resistance. The presence of a cement and soil slab eliminates uneven study and ensures the strength of asphalt concrete layers to the formation of a grid of cracks.

Ключевые слова: цементогрунт; столб пучения; плита; дорожная одежда.

Keywords: cement ground; heaving column; plate; road pavement.

Введение. Обеспечить повышенную долговечность нежестких дорожных одежд в условиях Западной Сибири является наиболее сложной задачей при проектировании дорожных одежд. Главная причина в том, что местные грунты на больших территориях представлены пылеватými разновидностями глинистых грунтов. При продолжительном зимнем периоде и близком залегании грунтовых вод создаются благоприятные условия пучинообразования [2]. Это ещё усугубляется тем, что на значительных территориях затруднен поверхностный водоотвод. Можно было бы устраивать дренажные слои в земляном полотне, но отсутствие песков, пригодных для дренирования затрудняет этот способ водоотвода.

Пучинообразование возникает при зимнем промерзании пучинистых грунтов. Начинается образование пучины – её зарождение от поверхности земляного полотна. Замерзший верхний слой грунта создает конденсацию водяного пара находящегося в порах грунта на охлажденной поверхности. При замерзании вода увеличивается в объеме. Чаще всего вода заполняет поры грунта, где имеется малый размер мениска. К этой зоне происходит дополнительное подтягивание водяного пара, который конденсируется и превращается в свободную воду. Причем эта влага распределена между грунтовыми частицами неравномерно. Создаются центры конденсации и центры промерзания. Замерзшая вода начинает расширяться и создает тем самым еще капилляры, по которым уже перемещается свободная, но ещё незамерзшая вода [5]. Это приводит к дополнительному льдообразованию.

При близком залегании грунтовых или поверхностных вод образующиеся капилляры из замерзшей воды в грунте притягивают свободную воду и этот процесс максимально продолжается, чем медленнее идет промерзание грунта. Один из способов снижения пучиннообразования - это создания гидроизолирующего слоя в грунте на пути перемещения воды по капиллярам и насыщенного пара [10].

Вода, застаивающаяся на поверхности дороги или в боковых канавах, вследствие затрудненного поверхностного стока 2 может достигнуть грунта земляного полотна в результате действия пленочного или капиллярного механизма передвижения влаги. Следует отметить, что капиллярная вода в зимнее время является основным источником льдонакопления в грунтах земляного полотна

Уменьшить пучинообразование можно и за счет ускоренного промерзания грунта. Чем быстрее идет промерзание, тем меньше потянется воды к зоне промерзания.

Предлагается рассмотреть механизм пучинообразования при воздействии повышенной нагрузки на слой грунта.

В расчетной схеме пучинообразования рассмотрим верхние слои дорожной одежды, устроенный из монолитного материала – асфальто- или цементобетона. Эти слои можно представить как плита, лежащая на упругом основании. При пучении грунта возникает бугор пучения, который будет стремиться поднять эту плиту. Если прочность этой плиты будет достаточно большой, то силы пучения не смогут поднять эту плиту. При недостаточной прочности на поверхности этого слоя будут образовываться бугры пучения.

В весеннее время, при оттаивании дорожной одежды и верхнего слоя земляного полотна происходит излишнее водонасыщение грунта и снижение его прочности. При воздействии колес автомобилей возникают большие просадки и разрушение дорожной одежды [11].

Рассмотрим полосу дорожной одежды шириной 1 м. По этой полосе движется груз. В общем случае пусть груз P движется с постоянной скоростью V по полосе. Особенностью данной задачи является независимость величины прогиба полосы под грузом от положения груза на полосе – стационарная задача. Вертикальная координата груза остаётся постоянной при движении по горизонтальному участку полосы и вертикальное ускорение груза равно нулю.

В качестве основания примем коэффициент постели как наиболее простую схему. В защиту этой модели основания служат факты, что в расчетный период года – весной, прогибы покрытия под нагрузкой имеют максимальное значение, а грунт под полосой (дорожной одеждой) оттаивает на глубину 50-70 см. Т. е. значение коэффициента постели k в этом случае имеет физический смысл – ограниченная мощность слоя

сжатия, поскольку ниже этого слоя грунт находится в весеннее время в замерзшем состоянии – несжимаемый слой.

В зависимости от значения показателя гибкости t полоса относится к одной из следующих расчетных категорий [3]:

- а) при $t < 1$ полоса с достаточной точностью может считаться абсолютно жесткой и относиться к категории жестких полос;
- б) при $1 < t < 10$ полоса рассчитывается как имеющая конечную длину и конечную жесткость и относится к категории коротких полос ;
- в) при $t > 10$ полоса с достаточной точностью может считаться бесконечно длинной и относиться к категории длинных полос.

Имеем типовое уравнение изгиба полосы, лежащей на упругом основании

$$EJ \frac{\partial^4 y}{\partial t^4} = -m \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} - ky, \quad (1)$$

В правой части уравнения имеем инерционную составляющую основания и реакцию упругого основания. Для решения поставленной задачи примем условие, что пучина воздействует на полосу снизу и реакция системы на пучина складывается из сил упругого изгиба полосы и веса поднявшейся части полосы от пучины. Второй член уравнения представляет статическую нагрузку от веса полосы, а реакция основания равна 0.

Для выполнения практических расчетов воспользуемся примером № 2 из МОДН-2 [7].

Имеем конструкцию дорожной одежды, характеристика которой представлена в таблице 1.

Таблица 1.

Конструкция дорожной одежды

| Материал | $\frac{h}{\text{см}}$ | E , МПа, при расчете по | | Расчет на растяжение при изгибе | | | |
|--|-----------------------|------------------------------|----------------------------|---------------------------------|-------------|----------|-----|
| | | допустимому упругому прогибу | условию сдвигоустойчивости | E , МПа | R_0 , МПа | α | m |
| Асфальтобетон плотный на битуме марки БНД 90/130 | 4 | 2400 | 1200 | 3600 | 9,50 | 5,4 | 5,0 |
| То же, пористый | 8 | 1400 | 800 | 2200 | 7,80 | 6,3 | 4,0 |
| То же, высокопористый | 15 | 1400 | 800 | 1700 | 5,50 | 6,5 | 3,8 |
| ЩГПС C_3 | 30 | 280 | 280 | 280 | - | - | - |
| Песок средней крупности | 30 | 120 | 120 | 120 | - | - | - |
| Супесь пылеватая W_p $=0,785 W_m$ | - | 34 | 34 | 34 | - | - | - |

Будем считать, что асфальтобетонные слои, работающие на изгиб являются монолитными слоями плиты, которая лежит на упругом основании. В данном примере толщина плиты составляет толщина асфальтобетонных слоев

$$h = 0,04 + 0,08 + 0,15 = 0,3 \text{ м.}$$

Средневзвешенный модуль упругости плиты составит:

$$E_1 = (3600 \cdot 0,04 + 2200 \cdot 0,08 + 1700 \cdot 0,15) / 0,3 = 1924,6 \text{ МПа.}$$

Модуль упругости основания $E_0 = 140 \text{ МПа}$.

Для определения вида плиты воспользуемся показателем гибкости t из книги, в которой приведен расчет конструкций на упругом основании, Горбунов-Посадов М.И., Маликова Т.А.

Полудлина плиты l равна ширине полосы движения, толщина плиты h равна толщине а/б слоев, модуль упругости материала полосы E_1 , модуль упругости грунта E_0 . В качестве полудлины полосы примем половина ширину проезжей части – одна полоса движения.

Показатель гибкости плиты [3]

$$t = 10 \frac{E_0}{E_1} \cdot \frac{l^3}{h^3} = 10 \frac{140}{1924,6} \cdot \frac{3,5^3}{0,3^3} = 1155.$$

Так как $t > 10$, то это позволяет считать, что плита относится к категории бесконечно длинных. И уравнения поверхности плиты (1) представляется в виде синусоиды с экспоненциально затухающей амплитудой [1].

Изгибная волна имеет симметричную форму относительно груза [1].

$$w = \frac{P e^{-\alpha x}}{2EJ(\alpha^2 + \beta^2)\alpha\beta} (\alpha \sin \beta x + \beta \cos \beta x). \quad (2)$$

Рассмотрим часть уравнения в скобках для одной полуволны изогнутой поверхности. Нас интересует: на каком расстоянии от нагрузки прогиб плиты будет равен 0 т. е.

$$(\alpha \sin \beta x + \beta \cos \beta x) = 0. \quad (3)$$

Решение уравнения имеет вид [8]

$$l = \frac{3\pi}{4} \sqrt[4]{\frac{8B}{k}}. \quad (4)$$

где: k – коэффициент постели основания, при известном модуле упругости слоев дорожной одежды под асфальтобетонном покрытии (E_0) можем найти как

$$k = \frac{E_0}{H(1 - \mu_0^2)}. \quad (5)$$

где: H – толщина активной зоны, $H = 1,5 - 0,3 = 1,2$ м

$$k = \frac{140}{(1,5 - 0,3)(1 - 0,35^2)} = 132,9 \frac{\text{МПа}}{\text{м}} \quad (6)$$

Поскольку рассматриваем изгиб дорожного покрытия, то покрытие можно представить балочным набором или набором полос. В месте приложения силы будем считать, что изгибная жесткость покрытия равна D . При таком допущении при сравнении точных решений Б.В. Дидова, данного в книге Горбунова-Пасадова [3] размер чаши деформирования составляет 4 упругих характеристики C

$$C = \sqrt[4]{\frac{D}{k}}. \quad C = \sqrt[4]{\frac{4,93}{132,9}} = 0,439 \text{ м}. \quad (7)$$

Цилиндрическая жесткость покрытия

$$D = \frac{Eh^3}{12(1 - \mu^2)} = \frac{1924,6 \cdot 0,3^3}{12(1 - 0,35^2)} = 4,93 \text{ МН} \cdot \text{м} \quad (8)$$

При использовании модели основания в виде полупространства
Для расчета длинных полос необходимо знать её характеристику

$$L = h \sqrt[3]{\frac{E_1}{6E_0}} = 0,3 \sqrt[3]{\frac{1924}{6 \cdot 140}} = 0,395 \text{ м}$$

Разница между упругой характеристикой, найденной для упругого полупространства составляет:

$$\Delta = \frac{0,439 - 0,395}{0,439} 100 = 10,0\%$$

Расстояние от груза до точки покрытия, где прогиб равен нулю (рис. 1) составляет

$$l = \frac{3\pi}{4} \sqrt[4]{\frac{8B}{k}} = \frac{3 \cdot 3,14}{4} \sqrt[4]{\frac{8 \cdot 4,93}{132,9}} = 1,74 \text{ м}$$

Расстояние от груза до точки покрытия, где прогиб равен нулю составляет 4 упругих характеристики плиты. Можем считать, что это довольно хорошее совпадение.

Поскольку на таком расстоянии от груза прогиб равен нулю, то на таком расстоянии от центра пучины покрытие сохранит первоначальное положение. Зона пучения равна $2l$.

Расчетная схема пучения покрытия приведена на рис. 1. F – сила подъема покрытия.

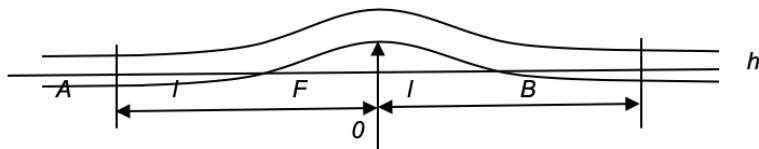


Рисунок 1. Расчетная схема воздействия пучины на покрытие

В точке O возникает пучина, которая поднимает полосу на величину $h_{пуч}$. Как следует из рис. 1 зона действия пучины распространяется на расстояние $\pm l$ и размер этой зоны не зависит от высоты пучины $h_{пуч}$, а только от упругой характеристики полосы. В пределах участка AB отсутствует контакт плиты с упругим основанием кроме точки O , поскольку мы рассматриваем неравномерное пучение, локальная пучина вызовет изгиб покрытия под действием силы пучения R .

Нас интересует кривизна в вершине пучины, где покрытие поднялось на максимальную высоту h пуч.

Можно считать, что кривизна участка пучения меняется на расстоянии $l/2$ и центральную зону можно предварительно принять в виде сферы радиусом R .

Радиус этой сферы найдем, как

$$R = \frac{h_n^2 + \frac{l^2}{4}}{2h_n} . = . \quad (9)$$

где: h_n - величина пучения.

Величина поднятия плиты определяется величиной пучения грунта земляного полотна. Согласно СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги Таблица В.8 максимальную величину пучения имеет супесь тяжелая пылеватая, суглинок легкий пылеватый - 10 % при глубине промерзания грунта ниже дорожной одежды 1,5 м, т. е максимальная величина

пучения составляет 15 см при мощности пучинистого грунта 1,5 м. На эту величину может подняться поверхность покрытия [4, 6]. При этом радиус кривизны покрытия составит

$$R = \frac{0,15^2 + \frac{1,754^2}{4}}{2 \cdot 0,15} = 2,60 \text{ м}$$

Центр сферы находится на глубине 2,65 м от поверхности покрытия, или на глубине $2,65 - 0,87 = 1,78$ м. Согласно СП 34.1333 рабочий слой земляного полотна составляет не менее 1,5 м от земляного полотна. При толщине дорожной одежды 0,87 м центр находится на глубине промерзания грунта.

Максимальная величина пучения в годовом цикле достигает в середине зимы, при максимальной глубине промерзания. В соответствие с ОДН 218046 расчетная глубина промерзания грунта составит (для данного района)

$$z_{\text{пр}} = z_{\text{пр(ср)}} \cdot 1,38 = 2 \cdot 1,38 = 2,76 \text{ м}$$

Различия между полученными и расчетными значениями не превышают $(2,76 - 2,65) \cdot 100 / 2,65 = 4,16\%$.

Такая точность позволяет сказать, что различия вполне допустимы.

Таким образом, центр пучения находится именно на такой глубине 2,76 м.

Так как длина изогнутой поверхности равна 1,74 и представляет собой синусоиду, то растягивающее напряжение в верхнем слое покрытия будет действовать на расстоянии $1/3$ от центра нагружения составит 0,58 м, то зона выпирания пучины составит 1,16 м.

При таком радиусе кривизны относительная деформация покрытия может быть найдена как

$$\varepsilon = \frac{h}{2R}. \quad (10)$$

где: h – толщина покрытия.

При толщине верхнего слоя покрытия принятого в примере $h = 0,04$ м, относительная деформация составит:

$$\varepsilon = \frac{0,04}{2 \cdot 2,60} = 0,0077$$

При известном модуле упругости E материала покрытия можем найти растягивающие напряжения при изгибе

$$\sigma = \varepsilon \cdot E. \quad (11)$$

Для рассматриваемого покрытия $E = 3600$ МПа имеем

$$\sigma = 0,0077 \cdot 3600 = 27,72 \text{ Мпа},$$

что значительно превышает предел прочности на растяжение при изгибе, равном при 0°C , $R_0 = 9,5$ МПа. Т. е. при данных условиях покрытие будет при пучении растрескиваться.

Введем в состав плиты ещё один слой из грунта, укрепленного цементом с маркой прочности М-60. Толщину слоя назначим 30 см. Модуль упругости слоя составит $E = 700$ МПа.

Коэффициент постели при исключении слоя из ПГС и уменьшении толщины песка на 4 см найдем, как

$$k = \frac{62,4}{(1,5 - 0,3)(1 - 0,35^2)} = 59,8 \frac{\text{МПа}}{\text{м}} \quad (6)$$

Модуль упругости полосы

$$E_1 = (3600 \cdot 0,04 + 2200 \cdot 0,08 + 1700 \cdot 0,15 + 700 \cdot 0,34) / 0,3 = 1270,3 \text{ МПа}.$$

Цилиндрическая жесткость

$$D = \frac{Eh^3}{12(1 - \mu^2)} = \frac{1270,3 \cdot 0,64^3}{12(1 - 0,35^2)} = 31,62 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

Упругая характеристика составит

$$l = \frac{3\pi}{4} \sqrt[4]{\frac{8B}{k}} = \frac{3 \cdot 3,14}{4} \sqrt[4]{\frac{8 \cdot 31,62}{56,7}} = 3,38 \text{ м}$$

При этом радиус кривизны покрытия будет равен

$$R = \frac{0,15^2 + \frac{3,38^2}{4}}{2 \cdot 0,15} = 9,53 \text{ м}$$

При таком радиусе кривизны относительная деформация покрытия может быть найдена как

$$\varepsilon = \frac{h}{2R} = \frac{0,04}{2 \cdot 9,53} = 0,0021.$$

Растягивающие напряжения в верхнем слое покрытия составят

$$\sigma = 0,0021 \cdot 3600 = 7,6 \text{ МПа.}$$

Поскольку фактические изгибающие напряжения в верхнем слое покрытия не превышают допустимых, то этим гарантируется прочность покрытия.

Заключение. Выполненный расчет показывает, что устройство основания из грунта, укрепленного цементом позволяет обеспечить прочность покрытия и исключить образование пучин. Кроме того, наличие укрепленного основания снижает теплопроводность дорожной одежды, что в конечном счете приведет к обеспечению прочности дорожной конструкции. Растягивающее напряжение при устройстве основания из цем. грунта составит 7,6 Мпа, что говорит об уменьшении напряжения в 4 раза по сравнению со слоем из ЩПГС. Поэтому применять на пучиноопасных участках целесообразно использовать цементогрунты.

Гарантировать прочность дорожной одежды с учетом продления её срока службы до 24 лет в соответствии с ПНСТ 265-2018 можно при обязательном обеспечении первой расчетной схемы увлажнения грунта земляного полотна.

При отсутствии качественных грунтов целесообразно использовать в качестве слоя основания золошлаковых смесей укрепленных цементом.

Список литературы:

1. Пановко Я.Г, Губанова И.И. Устойчивость и колебания упругих систем. Современные концепции, парадоксы и ошибки. – 4-е изд., перераб. – М.: Наука. ГЛ. ред. физ.-мат. Лит. 1987. – 352 с.
2. Леонович И.И. Вырко Н.П. Водно-тепловой режим земляного полотна автомобильных дорог. Пособие для студентов специальности 1-70 03 «Автомобильные дороги». Учебное электронное издание. Белорусский национальный технический университет. Минск. 2013.
3. Горбунов-Посадов М.И., Маликова Т.А. Расчет конструкций на упругом основании. Изд. 2-е, перераб. и доп. Стройиздат. 1973. – 627 с.
4. Цитович Н.А. Механика грунтов (краткий курс) Учебник для строит. Вузов. – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш. шк. 1983. – 288 с..
5. Сиденко В.М. Расчет и регулирование водно-теплого режима дорожных одежд и земляного полотна. Автотрансиздат. 1962. – 116 с.
6. СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги. Дата введения 2013 -07-01.
7. МОДН 2-2002. Проектирование нежестких дорожных одежд. Дата введения 2001-04-15.

8. Малофеев А.Г. Проектирование аэродромных покрытий / А.Г. Малофеев, Г.М. Левашов, В.В. Сиротюк // СибАДИ. – 2018. – 81 с.
9. Васильев Ю.М. Оценка пучинистости грунтов при замерзании / Ю.М. Васильев // Труды Союздорнии. - 1970. – Вып.37. – С. 147-155.
10. Пузаков Н.А. Водно-тепловой режим земляного полотна автомобильных дорог / Н.А. Пузаков. – М.: Автотрансиздат, 1960. – 166 с.
11. Водно-тепловой режим земляного полотна и дорожных одежд / под. ред. И.А. Золоторя, Н.А. Пузакова, В.М. Сиденко. – М.: Транспорт, 1971. – 416 с.

ЗАЩИТА УСИЛЕННЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИИ

Мурадова Фатимат Одиссеевна

*студент,
Тюменский индустриальный университет,
РФ, г. Тюмень*

Еренчинов Сергей Александрович

*канд. техн. наук, доцент,
Тюменский индустриальный университет,
РФ, г. Тюмень*

PROTECTION REINFORCED WOODEN CONTRUCTII

Fatimat Muradova

*student, Tyumen industrial University,
Russia, Tyumen*

Sergey Erenchinov

*candidate of technical Sciences, associate Professor,
Tyumen industrial University,
Russia, Tyumen*

Аннотация. Уникальность древесины, как эффективный строительный материал с позиции физико-механических характеристик, является неоспоримым фактом. Однако долговечность конструкции существенно изменяется в процессе эксплуатации, что обусловлено по химическим и минеральным составом, и требует серьезных мероприятий

для обеспечения эксплуатационной надежности конструкции. В статье проанализирована натуральная древесина, обоснованы этапы подготовки конструкции, технологические параметры обработки и соблюдение проектных решений для повышения долговечности.

Abstract. The uniqueness of wood as an effective building material from the position of physical and mechanical characteristics is an indisputable fact. However, the durability of the structure significantly changes during operation, which is due to chemical and mineral composition and requires serious measures to ensure the operational reliability of the structure. Natural wood is analyzed in the article, stages of design preparation, technological parameters of processing and observance of design solutions for increasing durability are grounded.

Ключевые слова: древесина; деревянные конструкции; биологическое разрушение; гниение, сушка; антисептики; конструктивная защита.

Keywords: wood; wooden structures; biological destruction; decay; drying; antiseptics; constructive protection.

Древесина – весьма актуальный материал, имеющий свои особенности, свойства и классификацию. Древесина является лидером среди материалов для строительства домов малой этажности. Абсолютная экологичность дерева, высокая эстетичность и просто неограниченные возможности использования – все это раскрывает секрет популярности материала на протяжении уже многих веков. В сухих условиях и при надлежащем проветривании древесина сохраняется долго, столь же долговечна древесина, постоянно находящаяся в воде без доступа воздуха, а также для обеспечения надежности и долговечности проводят усиления деревянных конструкции. Среди факторов, ограничивающих долговечность усиленных деревянных конструкции и элементов усиления: гниение, поражение их дереворазрушающими грибами, воздействие вредителей и возгорание. Именно поэтому вопрос выбора, обоснования материалов и технологии обработки деревянных конструкции, является чрезвычайно важным для всех потребителей.

Процессы биологического разрушения древесины начинают возникать и ускоряются при следующих условиях:

- высокой влажности воздуха и исходной влажности древесины;
- соприкосновении с грунтом;
- отсутствии вентиляции;
- перепадах температур;
- во время промерзания материала.

Процесс усугубляется при невыполнении или выполнении только частично специальные мероприятия, предусмотренные в существующих строительных нормах, инструкциях или технических указаниях по постройке, ремонту и эксплуатации жилых зданий [1].

Восстановить разрушенную деревянную конструкцию невозможно, поэтому главное минимизировать развитие биологических организмов в теле древесины и произвести мероприятия по защите стали от коррозии. Защита усиленных деревянных конструкции начинается еще на этапе заготовки пиломатериалов и состоит из таких этапов: сушка, обработка пропиткой и соблюдение правил монтажа деревянных конструкции, конструктивная защита древесины.

Свежесрубленная древесина имеет крайне высокую влажность, поэтому процесс подготовки начинается с сушки, либо полностью оставить сырой. В зарубежной практике принято длительное время хранить древесину в воде либо обрызгивать ее при помощи оросительной установки. Это не только препятствует поражению вредителями, но и способствует промывке элементов структуры древесины, благодаря чему в дереве после высушивания остается для вредителей мало пищи. Естественная сушка древесины является самым простым и доступным способом, не требует соблюдение температур и влажности, а также минимальное количество трещин. Летом деревья следует хранить для просушки на складе, размещая их на высоте минимум 40 см над землей. В связи с длительностью естественной сушки почти повсеместно используют искусственную сушку, несмотря на связанные с этим процессом большие энергозатраты. Для ускорения процесса сушки в эксплуатацию применяют вакуумные сушильные камеры или дерево при сушке сжимается под высоким давлением [2].

После сушки происходит обработка древесины. Обработка делается с помощью антисептических пропиток, паст, эмали, красок и других материалов которые предотвращают гниение деревянных конструкции и защищают деревянные элементы от воздействия влаги. В Канаде для защиты древесины используют метод полива штабеля раствором антисептика определенной консистенции. Обработка заключается в опрыскивании штабеля раствором, антисептик впитывается в торцевую часть бревен и пропитывает кору верхних бревен в штабеле. В результате в штабеле образуется неблагоприятная для жизнедеятельности древоточцев и грибка среда. Для временной защиты древесины, как правило, используют концентрированные антисептики. Антисептики-концентраты предназначены для поверхностной пропитки древесины с целью придания ей защитных свойств на период транспортировки или хранения. Пасты чаще используют для обработки скрытых элементов конструкции, так как паста изменяет внешний вид древесины.

Пропитки используют для обработки видимых элементов, обеспечивает более надежную и длительную защиту. Наибольший эффект дает обработка с помощью ванн и автоклавов, так как древесина в данных случаях полностью пропитывается антисептическим составом [3].

Чаще всего для защиты металлов от коррозии прибегают к такому эффективному методу, как использование лакокрасочных составов, используют метод погружения в специальный расплав, приготовленный из цинка или алюминия, а также их сплавов, либо используют газотермическое нанесение. Иногда при нанесении покрытия в нем могут образовываться поры и пустоты. Из-за них на сталь воздействуют внешние факторы, и она начинает разрушаться. Для удаления пористости нужно пропитать поверхность полимерным материалом, который имеет минимальную усадку и вязкость, а также хорошую адгезию и смачиваемость [5].

Вторая группа способов защиты предусматривает конструктивную защиту, которая служит для того, чтобы уберечь материал от влажности, вредителей и для защиты поверхностей от атмосферных воздействий. Для защиты деревянных конструкции, следует придерживаться таких правил [4]:

- Сухая строительная площадка (ССП). ССП содействует сбережению строительного лесоматериала и защиты от неблагоприятного воздействия влаги;
- Необходимо обеспечить водонепроницаемую кровлю для защиты от влаги;
- Расположение деревянных опор должно быть выше уровня грунта;
- В процессе монтажа деревянных конструкции следует обеспечить хорошую циркуляцию воздуха в постройке;
- Предусмотреть отвод грунтовых вод.

В результате применение древесины повышаются требования к надежности и долговечности строений. Подбирая продукт для ведения строительных или производственных работ, необходимо ознакомиться не только с внешним видом изделия, но и техническими характеристиками и специфике применения для качественной защиты, чтобы снизить риск поражения и уменьшить степень повреждения. Комплексное и грамотное подготовка деревянных конструкции и применение составов для предотвращения от разрушения сделает жилые помещения безопасными для постоянного пребывания в них людей.

Список литературы:

1. Ахромович М.Б. Защита деревянных конструкции от гниения и древоточцев. Литература по строительству. – М.: 1972. – с. 49.

2. Вайссенфельд П., Кёнинг Х. Защита деревянных конструкции без «яда». – СПб.: БХВ-Петербург – с. 352.
3. Голдин М.М. Антисептическая защита деревянных конструкции. – М.: Гос.изд.архитектуры и градостроительства, 1951.
4. Ломакин А.Д. Защита деревянных конструкции. – М.: ООО РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ», 2013. – с. 424.
5. СП 28.13330.2012 Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85 (с Изменениями N 1, 2) [Текст]. – М.: Минрегион России, 2011.

1.6. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

ОБЗОР МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ МАССОВОЙ ДОЛИ СВИНЦА В АЛЮМИНИЙ АТОМНО- ЭМИССИОННЫМ С ИНДУКТИВНО-СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМОЙ МЕТОДОМ АНАЛИЗА РАЗРАБОТАННОЙ ТОО «КАЗЦИНК»

Касымова Лаура Ерланкызы

*магистрант
Восточно-Казахстанского государственного университета
им. С. Аманжолова,
Республика Казахстан, г. Усть-Каменогорск,*

Аубакирова Роза Аблакимовна

*канд. хим. наук, доцент ВАК, проф. кафедры химии,
Восточно-Казахстанского государственного университета
им. С. Аманжолова,
Республика Казахстан, г. Усть-каменогорск*

OVERVIEW OF THE METHOD FOR MEASURING THE MASS FRACTION OF LEAD IN ALUMINUM BY ATOMIC EMISSION WITH AN INDUCTIVELY COUPLED PLASMA ANALYSIS METHOD DEVELOPED BY KAZZINC LLP

Laura Kassymova

*Undergraduate East Kazakhstan State University. S. Amanzholova,
Kazakhstan, Ust-Kamenogorsk*

Roza Aubakirova

*Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor
of Higher Attestation Commission,
Professor of the Department of Chemistry,
East Kazakhstan State University. S. Amanzholov,
Kazakhstan, Ust-Kamenogorsk*

Аннотация. В данной статье описана назначение и область применения данной методики выполнения измерения массовой доли свинца в алюминии атомно-эмиссионным с индуктивно-связанной плазмой методом анализа, также описаны метод, условия, выполнение и обработка результата анализа.

Abstract. This article describes the purpose and scope of this technique for measuring the mass fraction of lead in aluminum by an atomic emission method of inductively coupled plasma analysis, also describes the method, conditions, implementation and processing of the analysis result.

Ключевые слова: методика измерения; определение свинца; анализ алюминия; атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой метод; массовая доля.

Keywords: measurement procedure; lead determination; analysis of aluminum; atomic emission method with inductively coupled plasma method; mass fraction.

1. Назначение и область применения

1.1. Настоящая методика выполнения измерения (МВИ) устанавливает определение массовой доли свинца, как примесь, в алюминии атомно-эмиссионным с индуктивно-связанной плазмой методом.

Область распространения МВИ: алюминий.

1.2. Диапазон определяемого массовой доли свинца от 0,005 % до 0,20 %.

1.3. Область распространения методики — ТОО «Казцинк»

2. Метод измерений

2.1. Измерение массовой доли свинца от 0,005 % до 0,20 % выполняют атомно-эмиссионным с индуктивно-связанной плазмой методом.

2.2. Метод атомной эмиссии с индуктивно-связанной плазмой основан на возбуждении атомов пробы в индукционной высокочастотной плазме и измерении интенсивности аналитических спектральных линий определяемых элементов при распылении раствора анализируемой пробы и градуировочных растворов в плазму.

2.2. Матричные эффекты устраняют путем введения алюминия в градуировочные растворы, уравнивая концентрации в градуировочных растворах проб и путем разбавления растворов проб, проведением измерений с учетом коррекции фона.

2.3. Используемые аналитические спектральные линии элементов приведены в Таблице 1.

Таблица 1.

Аналитические спектральные линии

| Определяемый элемент | Длина волны |
|----------------------|-------------|
| Свинец | 220,353 |

В нанометрах

3. Условия измерений

При выполнении измерений соблюдают следующие условия:

3.1. Взвешивание на электронных аналитических весах XS104 фирмы «METTLER TOLEDO AG» (Швейцария) проводят в соответствии с условиями эксплуатации весов: температура окружающего воздуха от 5 °С до 40 °С, относительная влажность менее 80 % без конденсации.

3.2. Измерения на атомно-абсорбционном (атомно-эмиссионном) спектрометре проводят в соответствии с порядком работ на спектрометре: температура окружающего воздуха от 15 °С до 35 °С, относительная влажность не более 80 %.

3.3. Пробоподготовку проводят в лабораторных условиях: температура окружающего воздуха (20±5) °С, относительная влажность от 30 % до 80 %.

3.4. Применяемые реактивы должны иметь квалификацию не ниже, чем «чда», если нет других указаний.

3.5. Для приготовления водных растворов и при проведении анализа применяют дистиллированную воду, если нет других указаний.

3.6. Если не указана концентрация или степень разбавления раствора реактива (кислота, щелочь и т. д.), то имеется в виду концентрированный раствор реактива.

4. Выполнение измерений

4.1. При выполнении измерений выполняют следующие операции:

4.1.1. Отбирают две навески пробы массой 1,0000 г.

4.1.2. Навески пробы помещают, соответственно, в две кварцевые колбы, вместимостью 200 см³, приливают 30 см³ раствора соляной кислоты, разбавленной 1:4, нагревают до полного разложения пробы, добавляют несколько капель пероксида водорода. После растворения избыток пероксида водорода удаляют кипячением.

4.1.3. Полученный раствор охлаждают, переносят в две мерные колбы вместимостью 100 см³, доводят до метки на колбе раствором соляной кислоты, разбавленной 1:4, перемешивают.

4.1.4. Через все стадии анализа проводят контрольный опыт, число которых соответствует числу параллельных определений при анализе проб. Результаты анализа контрольного опыта учитываются при обработке результатов.

4.2. Для получения градуировочного графика в плазму последовательно вводят градуировочные растворы, получают график зависимости интенсивности аналитического сигнала от концентрации.

4.3. В качестве бланка используют раствор соляной кислоты 1:4.

4.4. При распылении в плазму градуировочных растворов и растворов анализируемых проб, согласно полученному градуировочному графику, получают содержание определяемых элементов в мг/дм³.

4.5. Через 3-4 измерения проводят контроль градуировочного графика, для этого распыляют один или несколько градуировочных растворов. Если измеренная концентрация для этих растворов отличается от номинальной более чем на 10 %, проводят повторную калибровку или стандартизацию.

5. Обработка (вычисление) результатов измерений

Обработку результатов измерений выполняют расчетным способом:

5.1. Массовую долю определяемого элемента (свинца) X, %, рассчитывают по формуле (1):

$$X = \frac{(C-C_1)*V*100*}{m*1000*1000*}$$

где: C – массовая концентрация определяемого элемента в анализируемом растворе, мг/дм³;

C₁ – массовая концентрация определяемого элемента в растворе контрольного опыта, мг/дм³;

V – объем мерной колбы, см³;

m – масса навески пробы, г.

5.2. За результат анализа принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, при этом расхождение результатов этих определений не должно превышать значения r₂ (предела повторяемости).

5.3. Результат анализа вычисляют до пяти десятичных знаков после запятой и округляют до четырех знаков при содержании от 0,0010 % до 0,0100 % включительно; вычисляют до четырех знаков и округляют до трех знаков при содержании свыше 0,010 % до 0,100 % включительно; вычисляют до трех знаков и округляют до двух знаков при содержании свыше 0,10 % до 50,00 %, включительно.

Список литературы:

1. ГОСТ 8.010-99 «ГСИ. Методики выполнения измерений. Основные положения».
2. ГОСТ 3778-98 Свинец. Марки С1. Технические условия.
3. ГОСТ 11069 – 2001 Алюминий первичный. Марки А95. Технические условия.
4. СТ РК 2.18-2009 «Методики выполнения измерений. Порядок разработки, метрологической аттестации, регистрации и применения».
5. СТ РК 1085-2002 «Общие требования к организации и порядку проведения внутреннего и внешнего контроля качества результатов анализа материалов горно - обогатительного и металлургического производств».
6. МВИ ТОО «Казцинк».

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

РАЗДЕЛ 2.

ФИЗИКА

2.1. ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

ПЕРКОЛЯЦИОННАЯ ПРОВОДИМОСТЬ КЕРМЕТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОРОШКОВОЙ СМЕСИ ПРОВОДЯЩЕГО И ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛОВ

Ye Eunт Ko Ko

*аспирант, Калужский филиал
Московского государственного технического университета
имени Н.Э. Баумана,
РФ, г. Калуга*

PERCOLATION CONDUCTIVITY OF CERMET MATERIALS BASED ON A POWDER MIXTURE OF CONDUCTIVE AND DIELECTRIC MATERIALS

Ye Yint Ko Ko

*Post-Graduate Student,
Kaluga Branch of Bauman Moscow State Technical University,
Russia, Kaluga*

Аннотация. Проведены экспериментальные и теоретические исследования влияния объёмных долей проводящей фазы на электрическое поведение керметных материалов. За счет эффекта перколяции происходит резкое снижение удельного сопротивления керметных материалов с концентрацией вольфрама выше 16 об.%.

Abstract. Experimental and theoretical studies were done to examine how the volume fractions of the embedded conducting phase affect the electrical behaviour of cermet materials. Due to the percolation effect, a sharp decrease in the specific resistance of cermet materials with the tungsten concentration higher than 16 vol. %.

Ключевые слова: керметный материал; удельное сопротивление; теория перколяции; электропроводность.

Keywords: cermet material; specific resistance; percolation theory; conductivity.

В соответствии с теорией перколяции частицы проводящей фазы образуют электропроводящие цепочки в изолирующей фазе. С увеличением концентрации проводящей фазы происходит формирование бесконечного кластера, т. е. токопроводящей цепочки, пронизывающей весь объем тела, что сопровождается резким снижением электро-сопротивления рассматриваемого кермета, называемым порогом перколяции (протекания). Классическая теория протекания с достаточно высокой точностью описывает процесс электросопротивления ниже и выше порога в соответствии с формулировкой

$$\rho = \rho_{\text{пров.}} (x - x_c)^{-t}, \text{ при } x > x_c, \quad (1)$$

$$\rho = \rho_{\text{изо.}} (x_c - x)^g, \text{ при } x < x_c, \quad (2)$$

$$\rho = \rho_{\text{пров.}} \left(\frac{\rho_{\text{изо.}}}{\rho_{\text{пров.}}} \right)^s, \text{ при } x \approx x_c, \quad (3)$$

где: x – концентрация проводящей фазы; x_c – пороговое значение концентрации проводящей фазы; ρ , $\rho_{\text{изо.}}$, $\rho_{\text{пров.}}$ – удельное электро-сопротивление композиционного материала, изолирующей фазы и проводящей фазы, соответственно; g , t , s – степенные коэффициенты,

связанные между собой выражением: $g = t \cdot \left(\frac{1}{s} - 1 \right)$.

Теория прыжковой проводимости позволяет переход электрона от одного донора к другому. В нашей работе частицы вольфрама выступают в качестве доноров. Частицы вольфрама были аппроксимированы сферами. В связи с этим рассматривалась задача сфер теории перколяции [1] для описания пороговых явлений в композиционных материалах.

В рамках этой модели считают, что в пространстве построены сферы с некоторым радиусом, центры которых распределены хаотически в пространстве и в среднем равномерно. Среднее количество центров сфер, которое приходится на единицу объёма, равно N . Если две сферы перекрываются друг с другом, то они считаются связанными. Необходимо найти критическое значение концентрации N , при котором возникает бесконечный кластер связанных друг с другом шаров [2]. Бесконечный кластер будет представлять сетку с расстоянием между узлами порядка $R_c = r_d \left(\frac{r_d}{ga_B} \right)^{\gamma}$, где r_d – среднее расстояние между донорами ($r_d = \sqrt[3]{\frac{3}{4\pi N}}$). В теории прыжковой проводимости такая сетка называется критической.

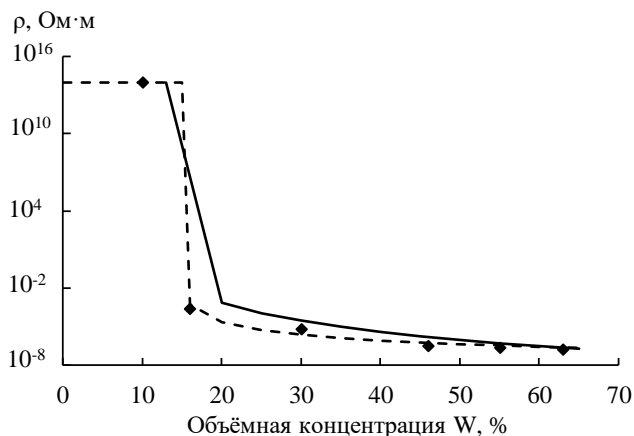


Рисунок 1. Зависимость удельного сопротивления керметов от объёмной доли проводящей фазы

Модель «сетка сопротивлений» используют для расчётов критической концентрации. Эта модель формулируется на языке обыкновенных электротехнических сопротивлений. Предположим, что сопротивление между каждой парой доноров включено. Сами доноры с определенной окрестностью можно вообразить в виде узлов, к которым припаяны проволочки от большого количества сопротивлений. Другой конец каждого из этих сопротивлений припаян к другому узлу. В результате получится беспорядочная трёхмерная сетка сопротивлений с периодом R_c .

Сопротивления, включённые между донорами, должны быть вычислены, исходя из туннельного тока, который течёт между этими донорами при заданном электрическом поле. В связи с этим, решение этой задачи сводится к решению квантово-механической задачи [2, 3]:

$$R_{\max} = R_0 \cdot e^{-\frac{2r_c}{a_B^*}}, \quad (4)$$

где: R_0 – собственное сопротивление частиц проводящей фазы, r_c – расстояние между узлами, a_B^* – размер агломератов проводящей фазы. Сопротивления между различными частицами проводящей фазы могут сильно отличаться друг от друга, по этой причине аппроксимируем все сопротивления максимальным значением R_{\max} .

Для того чтобы получить удельное электросопротивление, необходимо умножить полное сопротивление кубика R_{\max} на площадь его грани (R_c^2) и разделить на длину ребра (R_c):

$$\rho = R_{\max} \cdot R_c = R_0 \cdot R_c \cdot e^{-\frac{2r_c}{a_B^*}}. \quad (5)$$

Считаем, что каждый агломерат имеет диаметром $a_B^* \approx 0.069$ нм, а r_c – это радиус сферы, т. е. расстояние между узлами. Значение r_c напрямую связано с объёмной концентрацией проводящей фазы выражением: $r_c = 1,39 \cdot \sqrt[3]{\frac{3}{4\pi N}}$ [74]. В работе рассматривалась трехмерная задача для образцов композиционных материалов. Была найдена зависимость удельного электросопротивления от концентрации проводящей фазы на пороге протекания, описываемая выражением [2]:

$$\rho = R_0 \cdot \sqrt[3]{\frac{3}{4\pi N}} \cdot \left(\sqrt[3]{\frac{3}{4\pi N}} \cdot \frac{1}{ga_B^*} \right)^{\nu} \cdot e^{-\frac{2 \cdot 1,39 \cdot \sqrt[3]{\frac{3}{4\pi N}}}{a_B^*}}, \quad (6)$$

где: R_0 – собственное сопротивление частиц проводящей фазы, N – объёмная концентрация проводящей фазы. Пользуясь предложенных в работе [2] диапазоном значений коэффициента ν , было подобрано значение для трехмерной задачи ($\nu = 0.8$). На рис. 1 представлена зависимость удельного сопротивления керметов от объёмной концентрации проводящей фазы. Из графика видно, что материалы при малых концентрациях проводящей фазы (объёмная доля проводящей фазы менее 16%) являются диэлектриками, а при дальнейшем увеличении

объёмной концентрации вольфрама наблюдается снижение электро-сопротивления на несколько порядков.

Выводы. Таким образом, получены керметные материалы на основе вольфрам и нитрида алюминия. Теоретически и экспериментально найдена зависимость электропроводности таких керметных материалов от объёмной доли проводящей фазы. Такая зависимость носит пороговой характер. Определен порог перколяции 0,16 об.% W для изученных керметных материалов.

Список литературы:

1. Шкловский Б.И., Электронные свойства легированных полупроводников. – М.: Наука, 1979. – 416 с.
2. Эфрос А.Л. Физика и геометрия беспорядка. – М.: Наука, 1982. – 120 с.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Квантовая механика. – М.: Наука. Гл.ред. физ.-мат. лит., 1989. – 786 с.

2.2. ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ

ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ ХОЛЛОВСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ ALGAAS/INGAAS

Рябченко Ксения Константиновна

*старший лаборант,
Институт Ядерной Физики им. Г.И. Будкера,
РФ, г. Новосибирск*

Пахомов Алексей Юрьевич

*инженер,
Институт Ядерной Физики им. Г.И. Будкера,
РФ, г. Новосибирск*

CHARACTERIZATION OF HALL TRANSDUCERS BASED ON ALGAAS / INGAAS HETEROSTRUCTURE

Kseniia Riabchenko

*Senior assistant,
Budker Institute of Nuclear Physics,
Russia, Novosibirsk*

Oleksii Pakhomov

*Engineer, Budker Institute of Nuclear Physics,
Russia, Novosibirsk*

*Авторы выражают признательность сотруднику ИФП СО РАН
А.Б. Воробьёву за предоставленные для измерений образцы холловских
преобразователей.*

Аннотация. Датчики Холла являются наиболее важным инструментом для измерения топографии магнитного поля электромагнитов различной конструкции и последующего определения его характеристик в диапазоне полей от 0,1 Гс до 25 кГс.

В этой статье будут определены основные характеристики холловских преобразователей на основе гетероструктуры AlGaAs/InGaAs.

Abstract. Hall sensors are the most important tool for measuring the topography of the magnetic field of electromagnets of various designs and the subsequent determination of its characteristics in a wide range of fields from 0.1 G to 25 kG.

This article will identify the main characteristics of Hall converters based on the AlGaAs / InGaAs heterostructure.

Ключевые слова: датчики Холла; магнитная чувствительность; температурная чувствительность.

Keywords: Hall sensors; magnetic sensitivity; temperature sensitivity.

Датчики Холла являются наиболее важным инструментом для измерения топографии магнитного поля электромагнитов различной конструкции и последующего определения его характеристик в широком диапазоне полей от 0,1 Гс до 25 кГс. На стенде магнитных измерений экспериментального производства Института ядерной физики имени Г.И. Будкера СО РАН для прецизионных измерений магнитного поля используются различные устройства, одним из которых является измерительная каретка, представляющая собой матрицу из датчиков Холла. В связи с тем, что требования к качеству измерений магнитных систем возрастают, необходимо поднимать точность измерительной системы, а значит, и датчики Холла должны удовлетворять параметрам, предъявляемые к ним, в частности, иметь малый ток питания ($I \sim 1$ мА), большую магнитную чувствительность ($\gamma \geq 20$ мкВ/Гс).

В данной работе изучаются основные характеристики холловских преобразователей на основе гетероструктур AlGaAs/InGaAs, потенциально способных удовлетворять перечисленным требованиям.

Результаты тестирования этих датчиков в ИЯФ СО РАН представлены ниже.

Полученные образцы прямоугольной формы имеют 2 токовых и 6 потенциальных контактов каждый (рисунок 1). Сенсоры представляют собой тонкую эпитаксиальную плёнку, содержащую гетероструктуру AlGaAs/InGaAs, на арсенид-галлиевой подложке толщиной 450 мкм; используется припой на основе индия с $T_{пл} = 150$ °С; выводы выполнены из медной посеребренной проволоки диаметром $d = 60$ мкм; чувствительная область образца в форме холловского мостика имеет размеры $0,5 \times 0,2$ мм.

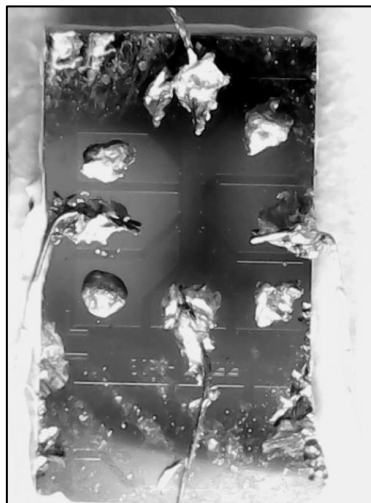


Рисунок 1. Внешний вид одного из изучаемых датчиков Холла

Исследования датчиков проводились в калибровочном дипольном магните с однородностью поля 5×10^{-5} , в качестве источника питания магнита использовался ИСТР (источник стабилизированного тока реверсивный), шум которого составляет 2×10^{-5} . Магнитное поле регистрировалось при помощи датчиков ЯМР, погрешность измерения которых при относительном градиенте поля менее $4 \times 10^{-4} \text{ см}^{-1}$ составляет менее 3×10^{-6} [1].

Датчики Холла располагались в термостабилизированной каретке, температура которой поддерживалась в пределах $\pm 0,1 \text{ }^\circ\text{C}$.

В качестве источника тока питания датчиков использовался Keithley 6221, шум которого при токе в 1 мА составляет 400 нА. Сигнал с потенциальных выводов датчиков Холла фиксировался с помощью нановольтметра Keithley 2182А.

Калибровка сенсоров проводилась в поле от -20 кГс до 20 кГс с шагом в 2 кГс. На рисунке 2 представлена зависимость магнитной чувствительности датчиков от магнитного поля.

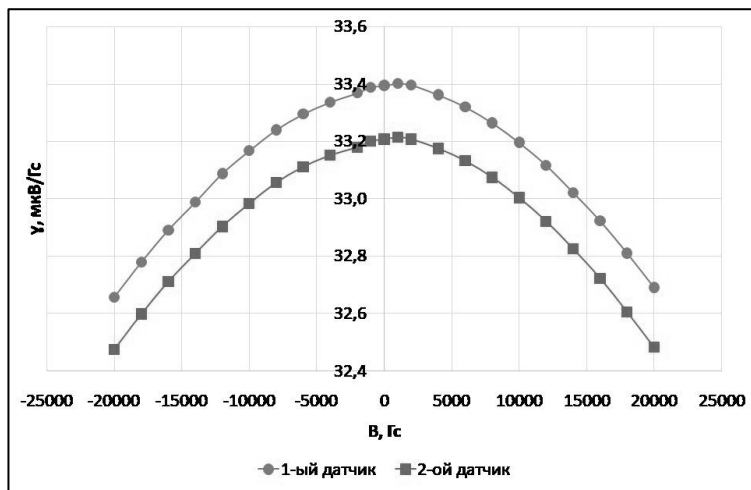


Рисунок 2. Зависимости магнитной чувствительности датчиков от величины магнитного поля B

В результате были получены основные характеристики, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Основные характеристики датчиков Холла

| Номер датчика | 1 | 2 |
|---|-------------------|------------------|
| Остаточное напряжение, мкВ | 497,3 | -77,6 |
| Магнитная чувствительность (γ) при $B = 1$ кГс, мкВ/Гс | 33,39 | 33,21 |
| Коэффициент расходимости при $B = 1$ кГс, % | -0,038 | -0,040 |
| Коэффициент нелинейности при $B = 20$ кГс, % | 2,13 | 2,20 |
| Температурный коэффициент остаточного напряжения, мкВ/°С (Гс/°С) | -0,74 (-0,022) | 1,13 (0,034) |
| Температурный коэффициент чувствительности при $B = 10$ кГс, мкВ/°С (Гс/°С) | -84,9 (-2,54) | -64,1 (-1,93) |
| Сопротивление, Ом | 3770 | 3920 |
| Ток питания, мА | 1 | |

На рисунке 3 представлен шум датчиков в пермалловом экране при токе питания – 1 мА. Как видно из рисунка 3, шум датчиков имеет величину $\sim 0,15$ Гс или же 5 мкВ, причем вклад в этот шум источника питания минимален.

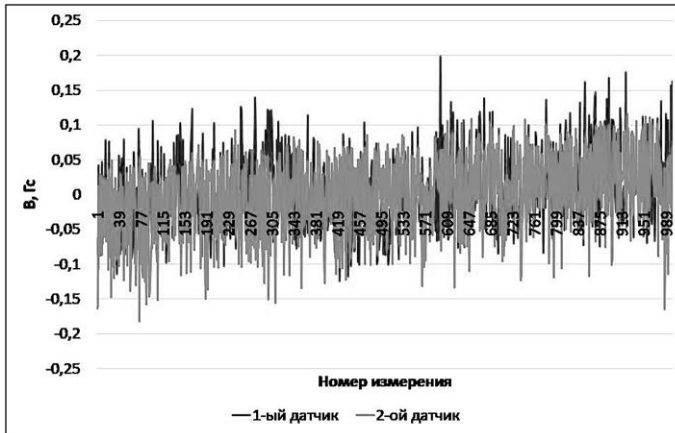


Рисунок 3. Показания датчиков в пермалловом экране ($I = 1$ мА)

На рисунке 4 представлен шум 1-го датчика в пермалловом экране при токе питания ~ 2 мА (батарея «Крона») при долговременном испытании (8 часов).

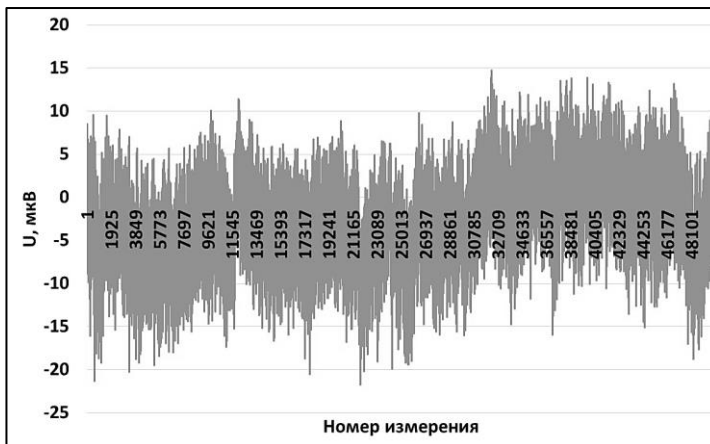


Рисунок 4. Показания 1-го датчика в пермалловом экране ($I \sim 2$ мА)

На рисунке 5 представлен шум 2-го датчика в пермалловом экране при отключенном источнике питания ($I = 0$ мА) при долговременном испытании (8 часов).

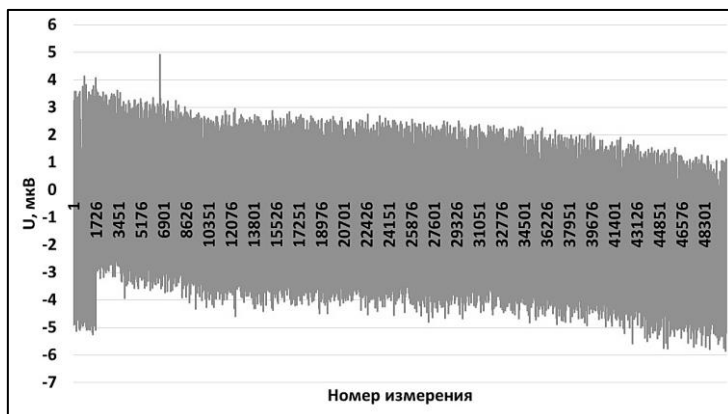


Рисунок 5. Показания 2-го датчика в пермалловом экране ($I = 0$ мА)

Заключение

Проведены измерения основных характеристик двух холловских преобразователей на основе гетероструктуры AlGaAs/InGaAs в результате которых была получена магнитная чувствительность $\gamma \sim 33$ мкВ/Гс при токе питания $I = 1$ мА. Датчики имеют большую температурную чувствительность в поле $B = 10$ кГс, что решается путем использования термостабилизации измерительной каретки. Образцы обладают довольно большими собственными шумами (на уровне 0,2 Гс).

Список литературы:

1. Карпов Г.В., ЯМР Магнитометр, Институт ядерной физики им. Будкера, Новосибирск, 2013.

**НАУЧНЫЙ ФОРУМ:
ТЕХНИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ**

*Сборник статей по материалам XXIV международной
научно-практической конференции*

№ 5 (24)
Май 2019 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 20.05.19. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 4,5. Тираж 550 экз.

Издательство «МЦНО»
125009, Москва, Георгиевский пер. 1, стр.1, оф. 5
E-mail: tech@nauchforum.ru

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3



**НАУЧНЫЙ
ФОРУМ**
nauchforum.ru