



СибГУТИ



РЕГИОНАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

Интеллектуальный потенциал Сибири

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Новосибирск, 2018

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

СОВЕТ РЕКТОРОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

26-й Региональная научная студенческая конференция
«ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СИБИРИ» (РНСК)
22-24 МАЯ 2018 г.
в двух частях

Часть 2

НОВОСИБИРСК
2018

УДК 62(063)
ББК 72(253)я431
И 23

Интеллектуальный потенциал Сибири: 26-я Региональная научная студенческая конференция (22-24 мая 2018 г., г. Новосибирск): сборник научных трудов: в 2 частях / Коллектив авторов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018.

ISBN 978-5-7782-3563-2

Часть 2. – 672 с.

ISBN 978-5-7782-3565-6

В сборнике опубликованы результаты научных исследований студентов и аспирантов Высших учебных заведений, представленных на 26-й Региональной научной студенческой конференции «Интеллектуальный потенциал Сибири». Работы отражают современный уровень научных исследований студентов и аспирантов по пяти направлениям.

Сборник научных трудов представляет интерес для специалистов в различных областях знаний, учащихся, работников системы высшего образования и Российской академии наук, а также руководителей организаций, занимающихся вопросами внедрения актуальных научных разработок.

В ч. 1 сборника опубликованы материалы по направлениям «Современные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук», «Современные проблемы искусствоведения и культурологии» и «Современные проблемы медицинских и биологических наук».

В ч. 2 сборника опубликованы материалы по направлениям: «Современные проблемы естественных наук», «Современные проблемы технических наук».

Тексты докладов приведены в авторской редакции

ВУЗЫ-ОРГАНИЗАТОРЫ

Новосибирский государственный технический университет

Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ»

Сибирская академия финансов и банковского дела

Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств

Новосибирский государственный медицинский университет

Сибирский государственный университет путей сообщения

Новосибирский государственный педагогический университет

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет

Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики

Сибирский государственный университет геосистем и технологий

ISBN 978-5-7782-3565-6 (Ч.2)

© Коллектив авторов, 2018

ISBN 978-5-7782-3563-2

© Совет Ректоров

Новосибирской области, 2018

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

СЕКЦИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАТЧИКОВ ТЕМПЕРАТУРЫ ДЛЯ СНЯТИЯ СПЕКТРА

М.А. Абрамова, С.А. Погожих

**Новосибирский государственный педагогический университет,
spog@yandex.ru**

В данной работе мы рассмотрим возможность применения термистора, термопары и термостолбика для снятия спектра источника света.

Ключевые слова: Датчик, спектр, поглощение, измерение, температура.

Наша задача попытаться использовать термистор, термопару и термостолбик как измерительные датчики энергии при снятии спектра и сравнить показания с калиброванным измерителем монохроматора. Выяснить, какой из приборов окажется наиболее чувствительным к нашим измерениям.

Опыт 1. Термистор как измерительный датчик энергии при снятии спектра и сравнение спектральной характеристики с калиброванным измерителем монохроматора.

Для снятия спектра нам потребуется: термистор, мультиметр, оптическая скамья и монохроматор. На оптической скамье жестко закрепляем источник света. В качестве исследуемого предмета используются изображение спектра, которое можно наблюдать на белом экране. Все оптические элементы вставлены в рейтеры, которые могут перемещаться вдоль оптической скамьи, и имеют возможность для регулировки по высоте и в горизонтальном направлении. Для более узкого пучка света обматываем корпус в фольгу и прорезаем небольшое отверстие. Основными элементами лабораторной установки являются лампа накаливания и тепловой приемник. Измерения производим три раза при одинаковых условиях. Обработав

результаты, строим два графика по средним значениям, каждому цвету сопоставили длину волны, и построили аналогичные графики.

Опыт 2. Измерение мощности лазера.

В данном случае для опыта нам потребуется: небольшой алюминиевый цилиндр, тонкая закопченная алюминиевая пластинка для наилучшего восприятия излучения. С одной стороны алюминиевого цилиндра закрепляем термопару, которую соединяем с мультиметром. Направляем пучок света (лазер) на некоторое время и фиксируем показания прибора. Зная изменение температуры, измеренное термопарой, и теплоемкость цилиндра, можно высчитать поглощенную световую энергию, а зная время, то и мощность.

Опыт 3. Снятие спектра при помощи термостолбика.

Как и в опыте №1 нам потребуется оптическая скамья, для получения спектра. На горизонтальном стержне штатива закрепляем термостолбик, соединённый с зеркальным гальванометром. В целях получить более точные измерения загораживаем термостолбик ширмой со щелью для того, чтобы вырезать узкий участок спектра теплового излучения. Измерения проводим три раза при одинаковых условиях. Строим график по средним значениям, и сравниваем со спектральной характеристикой лампы, снятой на настоящем монохроматоре.

Термостолбик - система термопар, соединенных последовательно для усиления термоэлектрического эффекта. Термостолбики в соединении с чувствительным зеркальным гальванометром обладают огромной чувствительностью. Они обнаруживают, например, невидимое тепловое излучение человеческой руки, удаленной на расстояние нескольких метров от прибора.

Список литературы

1. Хорошавин С.А., демонстрационный эксперимент по физике: оптика. Атомная физика: кн. для учителя. – М. Просвещение, 2007. – 79 с.
2. В.А Буров, Б.С. Зворыкин, А.А. Покровский, И.М Румянцев., демонстрационный эксперимент по физике в средней школе: пособие для учителей.- н.: просвещение 1979. – Ч.2. Колебания и волны. Оптика. Физика атома.-287с.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАССЕЯНИЯ МАГНИТНЫХ СИЛОВЫХ ЛИНИЙ

В.Ю. Гольцверт, С.А. Погожих
Новосибирский государственный педагогический университет,
spog@yandex.ru

В данной работе рассматриваются различные способы измерения индукции магнитного поля. Измеряется распределение силовых линий в зазоре магнита.

Ключевые слова: Магнитные силовые линии, индукция магнитного поля, магнитный поток.

Картина силовых линий магнитов широко используется для объяснений магнитных явлений, приводится на обложках многих учебников по электродинамике, то есть, можно сказать, стала одним из символов физики. Между тем исследования распределения магнитного поля, создаваемое магнитами и электромагнитами в пространстве, не рассматриваются ни в одном руководстве.

Способов измерения индукции магнитного поля прямым методом, доступных для учебной лаборатории не так уж и много. Лучше обстоит дело с измерением магнитного потока с последующим пересчетом в индукцию. В этом случае можно обойтись баллистическим гальванометром. При этом существенно возрастают трудозатраты по измерению и пересчету магнитного потока в индукцию.

В данной работе я измеряла магнитный поток в зазоре магнита с помощью баллистического гальванометра по нахождению положения измерительной катушки, при котором её вынос за пределы поля даёт максимальный отброс указателя гальванометра. Нормаль катушки даёт направление линии магнитной индукции в измеряемой точке.

Затем рассчитывала индукцию магнитного потока по формуле:

$$B = \frac{\Phi}{S \cdot N},$$

где S- площадь катушки, N- число витков катушки.

В результате я убедились, что магнитное поле неоднородно. Наибольшее значение индукции приходится на середину зазора магнита и равняется 104,6 мТл.

СВЯЗЬ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ВРАЩЕНИЯ ЗЕМЛИ С ДЕФОРМАЦИЕЙ ОБЩЕГО ЗЕМНОГО ЭЛЛИпсоИДА

С.В. Долин, В.Ф. Канушин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
sergeydolin@mail.ru

В данной статье рассмотрена проблема установлении связи угловой скорости с изменением радиальной деформирующей силы на эллипсоиде WGS-84. Приведены параметры корреляции и зависимость изменения аномалий силы тяжести в зависимости от угловой скорости вращения Земли, из наблюдений разности временных шкал.

Ключевые слова: WGS-84, угловая скорость, Земля, сила тяжести, деформирующие силы.

Изменение угловой скорости вращения Земли через изменение момента инерции вызывают сейсмические явления, представляя собой так называемую разрядку напряжённости в коровом слое. А изменение ротационного режима Земли вызывает в свою очередь изменения потенциала центробежных сил и, следовательно, изменение главной части потенциала деформирующих сил T_d , который непосредственно определяет сжатие Земли. Потенциал центробежной силы можно представить в следующем виде:

$$Q = \frac{\omega^2}{2} (x^2 + y^2) = \frac{1}{3} \omega^2 \cdot r^2 + \frac{1}{6} \omega^2 (x^2 + y^2 - 2z^2), \quad (1)$$

Второй член в правой части формулы (1) определяет сжатие эллипсоида и в работе [Лейбензон Л.С. Деформация упругой сферы в связи с вопросом о строении Земли. М.: тип. Моск. ун-та, 1910. -123 с.] назван потенциалом деформирующих сил T_d : $T_d = \frac{1}{6} \omega^2 (x^2 + y^2 - 2z^2)$

Введя полярные координаты: $x = r \cos \varphi \cos \lambda$, $y = r \cos \varphi \sin \lambda$, $z = r \sin \varphi$, получим $T_d = \frac{1}{6} \omega^2 r^2 (1 - 3 \sin^2 \varphi)$, или

$$T_d = \frac{\omega^2 \cdot a^2 \cdot (1-\alpha)^2 \cdot [1-2tg^2\varphi]}{6 \cdot [(1-\alpha)^2 + tg^2\varphi]}, \quad (2)$$

Из уравнения (2) следует, что деформационный потенциал T_d принимает два экстремальных значения (при $\varphi = 0$ – максимальное значение, при $\varphi = 90^\circ$ – минимальное), а при $\varphi = \pm 35^\circ$ $T_d = 0$.

Вектор деформирующей силы определяется соотношением: $\vec{P}_d = \text{grad} T_d, \cdot / I \backslash$

Тогда модуль полной деформирующей силы эллипсоида определяется уравнением

$$P_d = \frac{\omega^2 \cdot a \cdot (1 - \alpha) \sqrt{1 + 4tg^2\varphi}}{3[(1 - \alpha)^2 + tg^2\varphi]^{1/2}}, (3)$$

Численные значения изменений деформирующих сил, обусловленных изменением угловой скорости вращения за время 13 лет, для параллелей с широтами от 0^0 до 90^0 шагом 10^0 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Изменения деформирующих сил, обусловленных изменением угловой скорости вращения за 13 лет (в радиан/с*м)

φ^0	$\frac{\partial P_d}{\partial \omega}$	$\frac{\partial P_{dn}}{\partial \omega}$	$\frac{\partial P_{dk}}{\partial \omega}$	$\frac{\partial P_{dr}}{\partial \omega}$
0	-1,34E-06	7,50E-14	0,00E+00	-6,09E+01
10	-1,41E-06	7,05E-14	-4,24E-07	-1,23E+02
20	-1,60E-06	5,29E-14	-8,08E-07	-1,83E+02
30	-1,90E-06	1,53E-14	-1,13E-06	-6,80E+01
(+ 35)	-2,08E-06	-1,11E-14	-1,26E-06	5,04E+01
40	-2,27E-06	-4,07E-14	-1,37E-06	1,80E+02
45	-2,72E-06	-1,01E-13	-1,54E-06	3,78E+02
50	-3,22E-06	-1,49E-13	-1,66E-06	4,07E+02
60	-3,72E-06	-1,73E-13	-1,73E-06	2,97E+02
70	-4,11E-06	-1,78E-13	-1,77E-06	1,60E+02
80	-4,27E-06	-1,78E-13	-1,78E-06	1,01E+02
90	-1,34E-06	7,50E-14	0,00E+00	-6,09E+01

Список литературы

1. Лейбензон Л.С. «Деформация упругой сферы в связи с вопросом о строении Земли». М.: тип. Моск. ун-та, 1910. - 123 с
2. Сидоренков Н. С. Физика неустойчивостей вращения Земли. М.: Наука, 2002. - 376с
3. Гришанков Г.Е. «Литосфера: структура, функционирование, эволюция» [Текст]: учеб. пособие / Г. Е.Гришанков. - Симферополь: Оригинал-М, 2008. - 455 с

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОБЕГА АВТОТРАНСПОРТА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

А.Ю. Жаркова, Д.В. Мусихина, И.Н. Карелин
Новосибирский Государственный Технологический Университет,
karelin-iliya@yandex.ru

Затраты на техническое обслуживание и ремонт коммерческого автотранспорта нередко в несколько раз превышают стоимость нового транспортного средства. В докладе описывается модель оптимального пробега транспортных средств и приводятся формулы для вычисления ее параметров.

Ключевые слова: нелинейная регрессия, оптимальный пробег автотранспорта.

Опыт показывает, что коммерческий автотранспорт 20-30% календарного времени находятся в техническом обслуживании и ремонте, и затраты на эти работы нередко в несколько раз превышают стоимость новой машины. По мере расходования ресурса автотранспорта, его техническое состояние и показатели использования ухудшаются. Соответственно этому положению возникает распространенная проблема определения оптимального срока замены или эксплуатации оборудования. Существующая классическая модель динамического программирования задачи о замене оборудования не подходит для описания процесса замены автотранспорта, так как в его работе присутствует случайная составляющая и не представляется возможным точно описать стоимость изношенного оборудования и стоимость его эксплуатации через несколько лет.

Одна из работ, которая попыталась преодолеть эти трудности была работа А. Н. Тырсына и И. А. Клявина [1]. Авторы построили математическую модель оптимального срока замены по критерию минимальных средних издержек на эксплуатацию в предположении, что оборудование будет списываться, не будет продаваться по рыночной стоимости. Данная модель представляется более приемлемой в применении, так как данные по эксплуатации накапливаются на предприятии, в отличие от данных по рыночной стоимости оборудования.

В работе вводится функция средних издержек на ремонт и техническое обслуживание. Далее эта функция дифференцируется по

пробегу T и производная приравняется к нулю. Для определения оптимального пробега T , необходимо решить следующее уравнение:

$$A(\lambda T - 1)e^{\lambda T} = \lambda Z_0 - A,$$

где T – оптимальных пробег в километрах; Z_0 – первоначальная стоимость автомобиля; λ, A – параметры функции издержек.

У авторов этой модели оставалась нерешенной задача о нахождении параметров A, λ . Нами была решена эта задача. Были получены оценки этих параметров с помощью метода наименьших квадратов по данным о затратах на эксплуатацию, которые имеются на любом предприятии, использующем автотранспорт.

Получились следующие формулы, которые, к сожалению, не дают явного выражения для определения этих параметров.

$$\frac{\sum_{i=1}^n (y_i * f'_i(\lambda))}{\sum_{i=1}^n (f_i(\lambda) * f'_i(\lambda))} - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i * f_i(\lambda))}{\sum_{i=1}^n f_i^2(\lambda)} = 0,$$

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i * f'_i(\lambda))}{\sum_{i=1}^n (f_i(\lambda) * f'_i(\lambda))};$$

$$f_i(\lambda) = \frac{e^{\lambda t_i} - 1}{\lambda},$$

где i - индекс ремонта; n - количество ремонтов; t_i -пробег в километрах при i -ом ремонте; y_i -затраты в рублях на i -ый ремонт.

Список литературы

1. А. Н. Тырсин, И. А. Клявин (Челябинск, ЧелГУ). Математическое моделирование оптимального срока эксплуатации автотранспорта на угольных карьерах. Материалы XIV Всероссийской школы-коллоквиума по стохастическим методам и VIII симпозиума по прикладной и промышленной математике (осенняя открытая сессия) (Сочи - Адлер, 29 сентября - 7 октября 2007 г.).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТОВ В КАРТОФЕЛЬНЫХ КЛУБНЯХ

М.А. Калущких, В.А. Попова, С.А. Шахов
Сибирский государственный университет путей сообщения
kaluckih@mail.ru

В работе рассматривается вопрос влияния влажной термической обработки картофельных клубней на концентрацию нитратов. На основании результатов методом капиллярного электрофореза выявлено, что наибольшая концентрация нитратов содержится в кожуре клубня. При влажной термической обработки концентрация нитратов снижается за счет их перехода в раствор.

Ключевые слова: нитрат-ионы, капиллярный электрофорез, влажная термическая обработка.

Нитраты способны накапливаться в клубнях картофеля. Таким образом, представляется актуальной задача оценки влияния влажной термической обработки на концентрацию нитратов в частях картофельного клубня.

Цель работы заключалась в нахождении нитрат-ионов в разных частях клубня и оценке влияния влажной термической обработки картофеля на концентрацию нитратов.

Результаты ДТА свидетельствуют об отсутствии тепловых эффектов разложения свободных нитрата при нагревании проб клубня и кожуры картофеля.

Методом капиллярного электрофореза на установке «Капель-105» определялась концентрация нитрат ионов в водной вытяжке картофельных клубней и кожуры.

Проведено исследование 12 проб, полученных из 3 различных образцов клубней картофеля. Электрофорограмма, построенная для определения концентраций нитрат-ионов представлены на рисунке 2. На основании проведенной серии исследований (таблица 1) можно сделать заключение, что:

- в сырой и вареной кожуре концентрации нитрат-ионов превышают ПДК (250 мг/кг);
- в пробах сырого и вареного картофеля превышений ПДК для нитрат-ионов не выявлено.

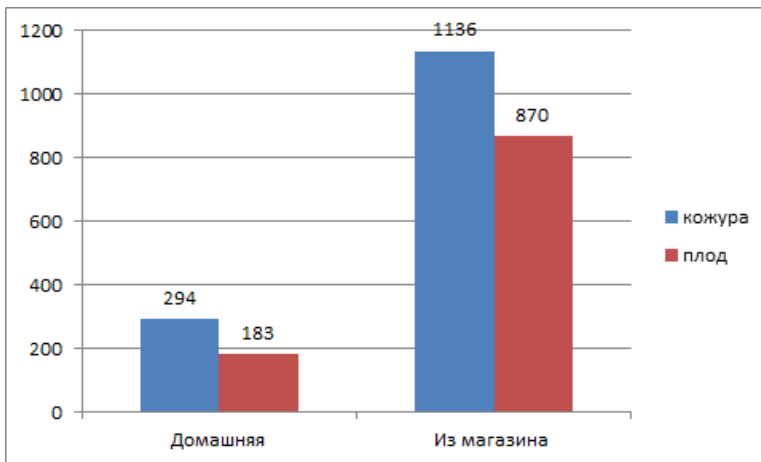


Рисунок 3 – Концентрации нитрат-ионов (мг/кг)

Выводы:

1. Результаты ДТА свидетельствуют об отсутствии свободных нитратов в картофеле.
2. Большая часть нитратов накапливается в сыром клубне (особенно в сырой кожуре и в части плода наиболее близкой к ней).
3. Влажная термическая обработка с одинаковой эффективностью снижает содержание нитратов как в кожуре картофеля (на 45%), так и в плоде (на 57%), что связано с переходом нитратов из клубня в отвар

Список литературы

1. Санитарно-гигиенические нормы № 4619-88.
2. В. П. Васильев. Аналитическая химия. Кн.2. Физико-химические методы анализа: Учеб. для студ. вузов. – М.: Дрофа, 2002.– 384 с.
3. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов. Под ред. И. М. Скурихина и В. А. Тутельмана. РАМН, Институт питания. М.: «Брандес», «Медицина», 1998, с. 272-273.
4. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно – эпидемиологические правила и нормативы. 1.6. Плодоовощная продукция.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕКТРОЗОНАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ МОДЕЛЕЙ ГЕОИДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИНАМИКИ ЗЕМНОЙ КОРЫ КАЗАХСТАНА

Д.А. Колоколова, В.Ф. Канушин
Сибирский Государственный Университет Геосистем и
Технологий, dasha_kol_78@mail.ru

Одним из перспективных методов исследования потенциальных полей является их спектральный анализ. Спектральный анализ гравитационного поля Земли заключается в разложении его на различные частотные составляющие на основе сферического, гармонического анализа. В данной работе рассмотрена качественная корреляционная связь определенных групп сферических гармоник в выбранных частотных(степенных) окнах, с геологическим строением, тектоникой и геодинамическими процессами на территории Казахстана.

Ключевые слова: Спектрозональные спутниковые модели, изучение динамики земной коры

Цель работы заключается в определении качественной корреляционной связи полосовых частотных окон спектрозональной модели геоида с глубинным строением земной коры для оценки динамики земной коры.

Для успешного решения таких проблем, как изучение динамики земной коры необходимо определить взаимосвязь гравитационного поля Земли с глубинным строением земной коры. В работе предложено определять эту взаимосвязь с помощью спектрального анализа глобального гравитационного поля путем выделения полосовых частотных окон моделей гравитационного потенциала.

Приведены результаты качественного корреляционного анализа спектрозональной модели аномалии силы тяжести с геологическим и неотектоническим строениями на участке Казахстана, ограниченного широтами 44-50 долготами 68-79. В интервале N= 100-180 и 180-360 (Рисунок 1).

Приведены результаты качественного корреляционного анализа высот квазегеоида с геологическим и неотектоническим строениями на участке Казахстана ограниченного широтами 44-50 долготами 68-79. В интервале N= 180-360 (Рисунок 2).



Рисунок 1 – Анализ аномалий силы тяжести с геологическим и неотектоническим строениями



Рисунок 2 – Анализ высот квазигеоида с геологическим и неотектоническим строениями

При сравнении карто-схем спектрональных моделей аномалий силы тяжести и карто-схем высот квазигеоида с карто-схемами геологического и неотектонического строения земной коры на территории Казахстана, ограниченного широтами 44-50 и долготами 68-79, можно заметить выраженную качественную корреляцию на молодых тектонических плитах с амплитудой колебаний от 100-400м и на молодых щитах с амплитудами колебаний 400-1000м. Следовательно, с помощью спектрональных моделей геоида можно оценить динамику земной коры и определить взаимосвязь гравитационного поля Земли с глубинным строением Земли. В работе была использована современная, высокостепенная, глобальная модель геопотенциала $еіен 6с4$.

Список литературы

1. Канушин, В. Ф., Дифференцированный подход к определению зависимости аномалий силы тяжести от высоты: межвузовский сборник научных трудов. – Н.: НИИГАиК. 1990. – 65 с.
2. Канушин, В. Ф., Основные принципы прогнозирования аномалий силы тяжести с учетом дополнительной информации. – Деп. ОНТИ ЦНИИГАиК, 1983. – 33 с.

НЕКОТОРЫЕ НЕСПРЯМЛЯЕМЫЕ КРИВЫЕ

А.Н. Марченко, В.П. Аносов

Новосибирский государственный педагогический университет,
alekseymarko@yandex.ru

В работе приведены три неспрямляемые кривые с целью возможности их изложения школьникам.

Ключевые слова: Спрямляемая кривая, неспрямляемая кривая, непрерывная кривая

Здесь мы рассмотрим три неспрямляемые кривые с целью возможности их изложения школьникам.

В работе [1], построение неспрямляемой кривой состоит из трех этапов. На первом этапе строится непрерывная кривая, затем доказывается, что фигура, ограниченная этой кривой, неквадрируема и на последнем, третьем этапе, доказывается непрерывность построенной кривой.

В работе [2] рассмотрена функция:

$$g(x) = x \sin \frac{1}{x}, \quad x \in (0,1] \quad (1)$$

$$g(0) = 1.$$

Там же сказано, что функция g имеет неограниченную вариацию. Отсюда, в силу критерия спрямляемости (см. [2]) график функции g неспрямляемый.

В моей работе [3] был приведен метод построения неспрямляемого графика функции f . Для его построения использовали гармонический ряд:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} = 1 + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{n} + \dots \quad (2)$$

Известно (см.[1],[4]), что ряд (2) расходящийся.

Для построения неспрямляемого графика функции f мы делили отрезок $[0,1]$ на части $[x_k, x_{k+1}]$, где

$$x_k = \frac{k-1}{k}, \quad k = 1, 2, \dots$$

и строили ломаную, причем длина первых двух звеньев ломаной, соответствующих отрезку $\left[0, \frac{1}{2}\right]$, уравнение которых $y = f_1(x)$, должна быть больше или равна 1. Для этого выбирали $f_1\left(\frac{1}{4}\right) = \frac{1}{2}$. На k -ом шаге, длина двух звеньев ломаной, соответствующих отрезку $[x_k, x_{k+1}]$, уравнения которых $y = f_k(x)$, должна быть больше $\frac{1}{k}$. Для этого выбирали $f_k(\bar{x}_k) = \bar{y}_k$, $\bar{y}_k = \frac{1}{k+1}$, $\bar{x}_k = \frac{x_k + x_{k+1}}{2}$. И, наконец, $f(1)$ мы полагали равной 0.

Таким образом, $f(x) = f_k(x)$, $x \in [x_k, x_{k+1}]$ ($k = 1, 2, \dots$),

где

$$f_k(x) = \begin{cases} \frac{\bar{y}_k}{\bar{x}_k - x_k}(x - x_k), & x \in [x_k, x_{k+1}], \\ \frac{\bar{y}_k}{\bar{x}_k - x_{k+1}}(x - x_{k+1}), & x \in [x_k, x_{k+1}], \end{cases}$$

и где $f(1) = 0$.

Построенная функция f является непрерывной.

Из построения графика функции f и расходимости гармонического ряда (2) следует неспрямляемость графика функции f .

Рассмотрев три неспрямляемые кривые мы пришли к выводу, что нами предложенный способ построения неспрямляемой кривой является более подходящим к изучению школьниками.

Список литературы

1. Ильин В.А., Позняк Э.Г. Основы математического анализа, ч. 1-2. – М.: Просвещение, 1998.
2. Стечкин С.Б. Лекции С.Б. Стечкина по математическому анализу, т. 1-2. – М.: МГУ, 2012.
3. Марченко А.Н., Об одном методе построения неспрямляемой кривой, Шаг в науку: материалы региональной научно-практической конференции студентов и магистрантов ИФМИЭО НГПУ, ч.1. – Новосибирск, 2017 – с. 104 - 107.
4. Фихтенгольц Г.М. Основы математического анализа, т. 1-2. - М.: Наука, 1968.

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА 2-ЭТИЛГЕКСАНОЛА ИЗ БИОБУТАНОЛА В ПРИСУТСТВИИ Pt КАТАЛИЗАТОРОВ

А.Р. Медведева, И.Л. Симакова

Новосибирский государственный педагогический университет,
Институт катализа СО РАН, simakova@catalysis.ru

Работа направлена на поиск оптимальных условий для проведения синтеза 2-этилгексанола на нанесенных платиновых катализаторах.

Ключевые слова: Реакция Гербе-Марковникова, биобутанол, 2-этилгексанол.

В настоящее время существенно возрос интерес к использованию биосырья для получения ценных химических веществ, широко востребованных в различных областях промышленности [1–3]. Так, биобутанол может быть использован в качестве исходного соединения для синтеза 2-этилгексанола (2-ЭГ), применяемого в промышленности для получения пластификаторов диоктилфталата, диоктилсебагината, а также в качестве растворителя пластмасс, лаков и стабилизатора эмульсий. Целью данной работы является поиск оптимальной каталитической системы для синтеза 2-ЭГ с максимальным выходом из бутанола по реакции Гербе-Марковникова.

Серия катализаторов 3% Pt/C, Pt/Al₂O₃, Pt/ZrO₂, Pt/CeO₂, Pt/TiO₂, Pt/гидроксипатит (Pt/HAP) приготовлена методом пропитки носителя раствором H₂PtCl₆ с последующей сушкой (110°C, 17 ч) и восстановлением в H₂ (T=400°C, 3 ч). Для проведения эксперимента 15 мл *n*-бутанола, навески катализатора (Cat) (0,1 г) и NaOH (0,1–0,2 г) загружали в автоклав (150 мл); реакцию проводили при постоянном давлении азота 10 атм и температуре 180°C. Состав продуктов реакции определяли методом ГЖХ на хроматографе «Хромос ГХ-1000» (ПВД, кварцевая капиллярная колонка BP20 (60 м/0,25мм/0,25 мкм)).

Согласно данным ГЖХ анализа основным продуктом реакции является 2-ЭГ, присутствуют также продукты альдольной конденсации. Отсутствие продуктов дегидрирования бутанола – бутанала – указывает на то, что стадия конденсации протекает медленнее, чем реакция дегидрирования спирта, в то время как

гидрирование образовавшихся продуктов альдольной конденсации протекает с близкой скоростью. Максимальный выход 2-ЭГ наблюдается в присутствии катализаторов Pt/HAP, Pt/C и Pt/Al₂O₃ (Таблица 1).

Таблица 1 – Активность Pt катализаторов в превращении бутанола (NaOH 0.1 г) по реакции Гербе-Марковникова

Cat	Время, ч	Выход 2-ЭГ, %	Конверсия бутанола, %	Селективность образования 2-ЭГ, %
Pt/C	4	15,8	24,4	64,8
Pt/Al ₂ O ₃	4.5	11,2	11,9	5,7
Pt/ZrO ₂	4	8,6	10,1	2,2
Pt/CeO ₂	4	0,9	4,4	20,1
Pt/TiO ₂	4,5	0,6	3,1	13,3
Pt/HAP	4	15,4	17,3	89,3

Дальнейшая оптимизация условий каталитического синтеза была направлена на увеличение скорости альдольной конденсации. Для этого загрузку NaOH увеличили в 2 раза. Установлено, что увеличение навески NaOH приводит к существенному повышению выхода 2-ЭГ в случае Pt катализаторов, нанесенных на оксидные носители, в то время как для Pt/C выход 2-ЭГ снижается (Таблица 2).

Таблица 2 - Выход 2-этилгексанола в зависимости от массы NaOH

Cat	Время, ч	Конверсия бутанола, %	Селективность образования 2-ЭГ, %	Выход 2-ЭГ, %	
				NaOH 0.1 г	NaOH 0.2 г
Pt/C	4	14,6	86,4	15,8	12,6
Pt/HAP	4	22,5	91,8	15,4	24,5
Pt/Al ₂ O ₃	4	20,2	89,6	11,2	18,1

На основании экспериментальных данных получены ряды активности и селективности исследованных катализаторов:

- Конверсия бутанола увеличивается в ряду:
Pt/TiO₂<Pt/CeO₂<Pt/ZrO₂<Pt/Al₂O₃<Pt/HAP<Pt/C
- Селективность образования 2-ЭГ увеличивается в ряду:
Pt/ZrO₂<Pt/Al₂O₃<Pt/TiO₂<Pt/CeO₂<Pt/C<Pt/HAP
- Выход 2-ЭГ увеличивается в ряду катализаторов:

Список литературы

1. Gabriels D., Hernandez W.Y., Sels B., Van der Voort P., Verberckmoes A. // *Catal. Sci. Technol.* 2015. V. 5. P. 3876.
2. Alonso D.M., Bond J.Q., Serrano-Ruiz J.C., Dumesic J.A. // *Green Chem.* 2010. V. 12. P. 992.
3. Симакова И.Л., Демидова Ю.С., Приходько С.А., Симонов М.Н. // *ЖСФУ. Химия.* 2016. V. 2. С. 201.

СЕНСИБИЛИЗИРОВАНИЕ ЗАВОДСКИХ ФОТОМАТЕРИАЛОВ ОБРАБОТКОЙ В РАСТВОРЕ БИХРОМАТА АМОННИЯ

М.Г. Носарев, С.А. Погожих

Новосибирский государственный педагогический
университет, spog@yandex.ru

В работе представлено краткое описание сенсibilизирования готовых заводских фотоматериалов купанием в растворе бихромата аммония. Так же описан процесс сушки фотопластин для дальнейшего экспонирования и кратко описан процесс экспонирования и проявки готовых фотоматериалов.

Ключевые слова: Физика, фотоматериал, бихромат аммония, экспонирование.

Изучение голограмм в школьном курсе физики не предусмотрено, поэтому отсутствуют установки, лазеры и фотопластинки для голографирования. Установку можно собрать из оборудования для лабораторных работ по «оптике». Лазер – доступен и не дорогой. Что нельзя сказать про голографические пластинки. Регулярное приобретение новых пластин обойдется дорого как учителю, так и учебному заведению, поэтому следует найти способ заменить покупные фотоматериалы для голографии.

Существует два способа изготовить фотоэмульсию на бихромированной желатине: 1) использование непригодных заводских фотоматериалов, из которого удаляется серебро, после чего сенсibilизируются купанием в растворе бихроматных солей и сушатся; 2) приготовление раствора бихромированной желатины (БХЖ) и поливка на стеклянную подложку с последующей сушкой [1]. Первый способ реализован экспериментально.

Для повторного использования заводских фотоматериалов к экспонированию следует вымыть с нанесенной фотоэмульсии серебро, но оставить не поврежденным слой желатина. Для этого старые негодные фотопластинки обрабатываются фотографическим фиксажем.

Последовательность обработки фотопластинок следующая: купание в фиксаже (10-15 минут); купание в обычной воде (5 минут); купание в растворе бихромата аммония (5 минут); сушка в темноте в заранее приготовленной сушильной коробке (24 часа).

Первые три пункта можно выполнить в нормальном дневном освещении, но перед купанием фотопластин в бихромат аммония следует продолжить работу при красном свете, так как фотоэмульсия не чувствительна к этому диапазону. Так же рекомендуется перед купанием в фиксаже размачивать желатиновую подложку пластин в воде при 18-20 °C [1]. Купание пластин в фиксаже вымывает из старой нанесенной фотоэмульсии галогенидное серебро.

Коробка для сушки пластин должна не пропускать ни свет, ни интенсивного потока воздуха, так же пластины должны лежать в горизонтальном положении.

Первая удачная голограмма получилась после 25 минут экспонирования, при мощности лазера (532 нм) 10 мВт. Время было подобранно экспериментально.

Последовательность работы с фотопластинками, до готовой голограммы: экспонирование по методу Денисюка (25 минут); проявление - промывка в проточной воде (5-8 минут); купание в 50% и 96% спирте (по 2 минуты); сушка (5 минут).

Для промывки в проточной воде была подготовлена бутылка с приклеенной трубкой и подцепленным шлангом, а так же ведро и кювета. Водой вымывается желатин, который не подвергался действию света, освещенные участки задубливаются во время экспонирования и не вымываются. Получается фазово-модулированная голограмма. После полной обработки и высыхания готового фотоматериала, голограмму будет видно при белом свете и зеленом лазере ($\lambda = 532$ нм).

Этот способ позволит, при изучении раздела «оптика», продемонстрировать опыты, которые заинтересуют обучающихся различных учебных заведений, так же позволит развить их творческие способности в процессе обучения.

Список литературы

1. Комар В.Г., Серов О.Б. Изобразительная голография и голографический кинематограф. М.: Искусство, 1987. 152 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ВОДОЦЕМЕНТНЫХ СУСПЕНЗИЙ

В.С. Тамарова, Т.А. Тарасова, П.М. Плетнев
Сибирский государственный университет путей сообщения,
starikov@stu.ru

В работе определено влияние добавок на коэффициент поверхностного натяжения воды. Полученные в ходе эксперимента данные указывают на то, что коэффициент поверхностного натяжения воды зависит от добавок и является информативным показателем протекающих физико-химических процессов.

Ключевые слова: Поверхностное натяжение, коэффициент поверхностного натяжения, водоцементное отношение, поверхностно активные вещества, поверхностно неактивные вещества

Вода, как жидкость, играет важную роль в природе и технологии строительного производства, в частности при производстве различных водных цементных и бетонных растворов.

Одной из важных характеристик жидкости является поверхностное натяжение. Поверхностное натяжение обусловлено межмолекулярным взаимодействием молекул в связанном состоянии на поверхности и внутри жидкости. Приповерхностные молекулы жидкости обладают избыточной потенциальной энергией, и поэтому объем жидкости при условии вакуума стремится принять идеальную сферическую форму с наименьшей потенциальной энергией.

Количественным показателем поверхностного натяжения выступает – коэффициент поверхностного натяжения, который может быть определен через работу по образованию дополнительной поверхности или через силу поверхностного натяжения, действующую на единицу длины граничной линии контура.

В данной работе был применен метод отрыва кольца от поверхности жидкости.

Экспериментальные исследования влияния различных добавок на поверхностное натяжение воды показали, что при добавлении в воду таких веществ, как мыльного раствора, соды, пластификатора коэффициент поверхностного натяжения заметно уменьшается. Эти добавки выступают в роли поверхностно-активных веществ. При добавлении в воду сахара или поваренной соли коэффициент поверхностного натяжения увеличивается. Эти добавки можно отнести

к поверхностно неактивным веществам. Такие изменения связаны с природой добавляемого вещества. Следует отметить, что с увеличением температуры от 30 до 60 градусов величина коэффициента поверхностного натяжения чистой воды линейно уменьшается, что связано с увеличением скорости движения молекул и расстоянием между ними.

Полученные на этом этапе исследования данные по влиянию различных добавок на поверхностное натяжение воды свидетельствуют о высокой чувствительности этого физического показателя состояния жидкости.

При затворении гидравлического вяжущего-цемента водой происходят сложные физико-химические процессы адсорбции и гидратации. При этом вода последовательно переходит из свободного в адсорбированное и гидратное состояние. Такое изменение состояния воды должно отразиться на ее показателе поверхностного натяжения.

Проведенные измерения во времени коэффициента поверхностного натяжения водоцементных суспензий с различным соотношением вода: цемент и с введением в суспензии пластификатора подтвердили эти предположения.

С увеличением времени затворения и твердения водоцементной суспензии от 5 до 240 минут при соотношении вода: цемент (В/Ц) как 1:1 происходит заметное увеличение коэффициента поверхностного натяжения. При изменении соотношения В/Ц как 1:2 произошло существенное увеличение коэффициента поверхностного натяжения в начальный период затворения с последующим его увеличением во времени. Введение пластификатора типа глениум 591 (Германия) в водоцементную суспензию уменьшает коэффициент поверхностного натяжения смеси и в течение 60 минут его значение мало изменяется. При дальнейшем увеличении времени твердения коэффициент поверхностного натяжения возрастает. При этом изменение концентрации пластификатора от 2,0 до 0,5 мас.% не изменяет наблюдаемую зависимость данного показателя.

Таким образом, полученные экспериментальные данные однозначно показывают, что коэффициент поверхностного натяжения является информативным показателем протекающих физико-химических процессов взаимодействия в водоцементных суспензиях, которые составляют основу при получении строительных материалов.

ХРОМАТИЧЕСКИЕ АБЕРРАЦИИ ДИФРАКЦИОННОЙ РЕШЕТКИ

Т.В. Таржанов, В.Е. Кудряшов, Ю.Ц. Батомункуев
Сибирский государственный университет геосистем и технологий, opttechnic@mail.ru

В работе рассмотрены хроматические aberrации положения и увеличения дифракционной решетки. Экспериментально получены изображения предмета (щели) с хроматическими aberrациями.

Ключевые слова: Дифракционная решетка, хроматическая aberrация.

Способность дифракционной решетки формировать мнимые изображения предметов известна давно. Главными недостатками дифракционной решетки как оптического элемента, формирующего изображения предметов, являются хроматические aberrации положения и увеличения.

Цель работы – теоретически и экспериментально изучить хроматические aberrации дифракционной решетки.

Известно, что хроматическая aberrация положения – это изменение положения изображения предмета при изменении длины волны света, а хроматическая aberrация увеличения – это изменение размеров изображения предмета при изменении длины волны света. Мы получили схему наблюдения хроматической aberrации предмета, в качестве которой выступает узкая щель, освещаемая ртутной лампой. Дифракционная решетка, помещаемая прямо перед глазом наблюдателя, формирует мнимые смещенные в пространстве друг от друга изображения щели. Эти изображения щели окрашены в цвета, испускаемые ртутной лампой, и наблюдаются под углами ϕ_1 , ϕ_2 .

Хроматическая aberrация положения $\Delta x_{\text{пол}}$ равна [1,2]

$$\Delta x_{\text{пол}} = x_2 - x_1 = L(\operatorname{tg} \phi_2 - \operatorname{tg} \phi_1), \quad (1)$$

где x_1 и x_2 – координаты изображения центра щели на длинах волн λ_1 и λ_2 , L – расстояние от щели до решетки, ϕ_1 и ϕ_2 – углы дифракции на длинах волн λ_1 и λ_2 . Углы ϕ_1 и ϕ_2 определяются по формуле [3,4]:

$$\phi = \arcsin \frac{m\lambda}{d}, \quad (2)$$

где m – порядок дифракции, λ – длина волны света, d – период дифракционной решетки.

Вычислим хроматическую aberrацию увеличения $\Delta x_{\text{увел}}$ дифракционной решетки

$$\Delta x_{\text{увел}} = a_2 - a_1 = L \left(\operatorname{tg} \left(\phi_2 + \frac{a}{2L} \right) - \operatorname{tg} \left(\phi_2 - \frac{a}{2L} \right) \right) - L \left(\operatorname{tg} \left(\phi_1 + \frac{a}{2L} \right) - \operatorname{tg} \left(\phi_1 - \frac{a}{2L} \right) \right), \quad (3)$$

где a_1 , a_2 – ширина изображения щели на длинах волн λ_1 и λ_2 , L – расстояние от щели до решетки, ϕ_1 и ϕ_2 – углы дифракции на длинах волн λ_1 и λ_2 , a – ширина щели.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1) Выполнены вычисления хроматических aberrаций положения в изображении щели, сформированном дифракционной решеткой, при $\lambda_1 = 405$ нм, $\lambda_2 = 546$ нм и $L = 1,4$ м получено: $\Delta x_{\text{пол1}} = 0,012$ м; $\Delta x_{\text{пол2}} = 0,025$ м; $\Delta x_{\text{пол3}} = 0,038$ м. При $\lambda_1 = 405$ нм, $\lambda_2 = 578$ нм и $L = 1,4$ м получено: $\Delta x_{\text{пол1}} = 0,015$ м; $\Delta x_{\text{пол2}} = 0,030$ м; $\Delta x_{\text{пол3}} = 0,046$ м.

2) Выполнены вычисления хроматических aberrаций увеличения в изображении щели, сформированном дифракционной решеткой, при $\lambda_1 = 405$ нм, $\lambda_2 = 546$ нм и $L = 1,4$ м получено: $\Delta x_{\text{увел1}} = 0,25 \cdot 10^{-6}$ м; $\Delta x_{\text{увел2}} = 10^{-6}$ м; $\Delta x_{\text{увел3}} = 2,3 \cdot 10^{-6}$ м. При $\lambda_1 = 405$ нм, $\lambda_2 = 578$ нм и $L = 1,4$ м получено: $\Delta x_{\text{увел1}} = 0,32 \cdot 10^{-6}$ м; $\Delta x_{\text{увел2}} = 1,3 \cdot 10^{-6}$ м; $\Delta x_{\text{увел3}} = 2,9 \cdot 10^{-6}$ м.

3) Экспериментально получены изображения щели с шириной 56 мкм и 475 мкм.

4) Измерена хроматическая aberrация положения изображения щели при $\lambda_1 = 405$ нм, $\lambda_2 = 546$ нм и $L = 1,4$ м получено:

$\Delta x_{\text{пол1}} = 0,010$ м; $\Delta x_{\text{пол2}} = 0,020$ м; $\Delta x_{\text{пол3}} = 0,039$ м. При $\lambda_1 = 405$ нм, $\lambda_2 = 578$ нм и $L = 1,4$ м получено: $\Delta x_{\text{пол1}} = 0,014$ м; $\Delta x_{\text{пол2}} = 0,028$ м; $\Delta x_{\text{пол3}} = 0,044$ м.

Список литературы

1. Батомункуев Ю.Ц., Тьюшев Н.А. Особенности ахроматизации дифракционной решетки. "ГЕО-Сибирь - 2011" – Новосибирск, 2011. – Т. 5. № 2. – С. 41-48.
2. Батомункуев Ю.Ц. Применение метода многократной дифракции в оптических устройствах. Матер. научного конгресса "ГЕО-Сибирь–2005" – Новосибирск, 2005. – С.140-142.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

СЕКЦИЯ ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ПРОГРАММИРОВАНИЕ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕФОРМИРОВАНИЯ РУСЕЛ РЕК НА УЧАСТКЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

М.Е. Гармакова

Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин), ngasu_gts@mail.ru

В докладе представлены результаты численного моделирования процесса размыва донного грунта в зоне расположения подводного трубопровода на основе программного комплекса ANSYS. Выполнено сравнение результатов расчетов при различных схемах расположения трубопроводов.

Ключевые слова: подводные трубопроводы, размыв дна, программный комплекс ANSYS

Актуальность настоящей работы обусловлена тем, что подводные трубопроводы относятся к объектам повышенной экологической опасности в случае их повреждений. Повреждения могут произойти в результате нарушений правил их эксплуатации, несоблюдения технологии строительства, а также естественных гидрологических и гидроморфологических явлений, изменяющих ход и интенсивность русловых деформаций [1].

В работе представлены результаты численного моделирования процесса деформации дна в зоне расположения цилиндров, имитирующих подводный трубопровод. Основной целью настоящей работы является создание компьютерной модели и анализ переформирования донного грунта в зависимости от количества цилиндров, расположенных на поверхности дна.

Численное моделирование реализовано в программном комплексе ANSYS Fluent на основе осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса, дополненных стандартной k- ϵ моделью и уравнениями

эйлеровой модели многофазности среды с учетом гранулярности фазы частиц. Детали расчетов модели в ПК ANSYS описаны в работе [2]. В результате расчета были получены поля скоростей, давлений и концентраций фаз. На Рисунок 1 показано изменение координат изоповерхности $\alpha = 0,01$ с объемной концентрацией песка по длине лотка для одного (а) и двух цилиндров (б).

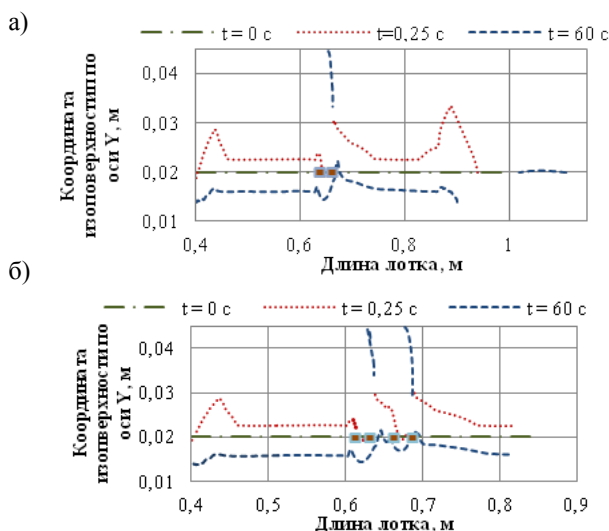


Рисунок 1 - Вертикальная координата изоповерхности $\alpha = 0,01$ по длине лотка: а) для эксперимента №1, б) для эксперимента №2

В случае одного цилиндра через 0,25с. с начала проведения эксперимента наблюдается процесс выноса частиц песка из-под цилиндра и образованием донных гряд высотой $8,7 \cdot 10^{-3}$ м с напорной стороны и $13,3 \cdot 10^{-3}$ м с тыловой. При $t = 60$ с. максимальная глубина ямы размыва составляет $5,68 \cdot 10^{-3}$ м.

При расположении двух цилиндров на момент времени $t = 0,25$ с наблюдается образование гряды перед первым цилиндром с высотой $8,7 \cdot 10^{-3}$ м (Рисунок 1б). При $t = 60$ с. глубина ямы размыва под первым цилиндром составляет $5,46 \cdot 10^{-3}$ м, а под вторым $3 \cdot 10^{-3}$ м.

В результате проведенных исследований было установлено, что при расположении двух цилиндров на поверхности дна процесс переформирования донного грунта ускорится.

Список литературы

1. Дегтярев В.В., Шлычков В.А. Лабораторное и теоретическое исследование динамики размыва речного дна вблизи подводного перехода // Гидротехническое строительство. – 2013. - №8. – С. 21-27.
2. Garmakova M.E., Degtyarev V.V., Fedorova N.N., Shlychkov V.A. Physical modeling of hydrophysical processes on the site of underwater pipelines / M.E. Garmakova, V.V. Degtyarev, N.N. Fedorova, V.A. Shlychkov// Published by the American Institute of Physics. – 2018. – Vol. 1939. – P. 0200371 – 020037-12.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПСЕВДООЖИЖЕННОГО СЛОЯ В ПК ANSYS

О.Д. Примак

**Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин), rector@sibstrin.ru, nfed@ngs.ru**

Представлены результаты моделирования процесса фильтрования в установке реактор-осветлитель, использующей взвешенный слой загрузки. Расчеты проведены в программном комплексе ANSYS Fluent В результате численных исследований получено расширение слоя загрузки и образование кипящего слоя.

Ключевые слова: моделирование, фильтрование, взвешенный слой, реактор-осветлитель.

Большая часть подземных источников низкотемпературные и маломутные, также характеризуется повышенным содержанием железа (>5 мг/л) и марганца ($>0,3$ мг/л). После обработки воды реагентами образуются гидроксиды металлов. Их коагуляция обычно сопровождается образованием осадка. При низких температурах в водоочистных сооружениях возможности для возникновения «зародышей» твердой фазы отсутствуют, и поэтому продукты гидролиза остаются в растворенном или коллоидном состоянии.

С целью повышения эффективности работы и усовершенствования сооружений для предварительной очистки подземных вод для питьевого и технического водоснабжения в НГАСУ Сибстрин разработан реактор-осветлитель, работающий на принципе контактной коагуляции [1]. Реактор осветлитель представляет собой разновидность фильтровального аппарата, в котором реализуется восходящее фильтрование через слой взвешенной загрузки (псевдооживленной) контактной массы.

Взвешенный слой фильтрующей загрузки находится под действием двух основных противоположно направленных сил: направленной вертикально вниз и равной массе загрузки в воде силы тяжести и давления восходящего потока воды P , направленного в верх, кроме этого, на поведение частиц слоя загрузки оказывает влияние сила сопротивления частиц Саффмана и Магнуса, а также дополнительные гранулярное давление, температуру и напряжение.

В настоящей работе исследование течение в реакторе-осветлителе выполнено численно в программном комплексе ANSYS [3]. Моделирование кипящего слоя выполнено для осесимметричной 2D модели, включающей две фазы: вода и песок.

В качестве основных уравнений использованы нестационарные осредненные по Рейнольдсу уравнения Навье-Стокса, дополненные стандартной k - ϵ моделью турбулентности. Для описания движения фаз использована Эйлерава модель наиболее полная и сложная модель многофазности, реализованная в ANSYS Fluent.

Геометрическая модель и сетка были построены в ANSYS Workbench. На входной границе (inlet) была задана скорость потока $U = 0,0028$ м/с, на выходной (outlet) давление окружающей среды (1 атм.). На твердых стенках заданы условия прилипания. Слой загрузки образован частицами размером 0.6 мм и плотностью материала частиц 1920 кг/м³. В начальный момент слой загрузки имел высоту $h=100$ мм и пористость 0.47.

В результате численных исследований получено, что под действием восходящего потока жидкости слой загрузки «вспухает», образуя кипящий слой. Начальная толщина слоя увеличилась примерно на 5-10%. Таким образом, при данных параметрах реализуется режим псевдооживления.

Также была проведена серия расчетов для установки реального размера с начальной высотой слоя загрузки 1 м, начальной объемной концентрации частиц 0.55 при изменении скорости входного потока U и размера частиц фильтрующей загрузки. В результате проделанной работы удалось установить оптимальную скорость течения жидкости через слой взвешенной загрузки для конкретных размеров зерен загрузки.

Список литературы

1. Дэвидсон Дж., Харрисон Д. Псевдооживление: Пер. с англ. - М.: Химия, 1974. - 725 с.
2. Е.Л. Войтов, Ю.Л. Сколупович Подготовка питьевой воды из поверхностных источников с повышенным природным и

антропогенным загрязнением: монография /; Новосиб. Гос. Архитектур.-строит. Ун-т (Сибстрин). – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2010. –216 с.

3. Федорова Н.Н., Вальгер С.А., Захарова Ю.В., Моделирование гидродинамических процессов в ПК ANSYS 17.0 :учеб. пособие; Новосиб. Гос. Архитектур.-строит. Ун-т (Сибстрин). – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2016. –168 с.

ВЕРИФИКАЦИЯ И ВАЛИДАЦИЯ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫХ МОДЕЛЕЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СТЕРЖНЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Н.Ф. Прижуков, И.В. Ершов, М.Н. Данилов

**Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин), i_ershov@ngs.ru**

Проведена верификация и валидация конечно-элементных моделей пространственных стержневых конструкций в программах ANSYS Mechanical и SOFISTIK. Приводятся результаты численного решения нескольких тестовых задач. Выполнен сравнительный анализ возможностей программ и реализованных в них методов решения задач.

Ключевые слова: конечно-элементные программные комплексы, ANSYS, Sofistik, верификация, валидация

В настоящее время расчеты напряженно-деформированного состояния строительных конструкций выполняются с применением конечно-элементных программных комплексов, таких как Лира, SCAD, Fidesys и др.

Реальные сооружения и конструкции зачастую представляют собой сложную систему, состоящую из большого числа разнообразных конструктивных элементов. Расчет проводится с использованием расчетной схемы конструкции, представляющей собой упрощенную модель реальной конструкции – идеализированную конструкцию, состоящую обычно из типовых элементов (например, балок и стержней), для которых имеются достаточно хорошо разработанные методы расчета. Подобные упрощения, как правило, приводят к снижению точности расчетов. Использование стержневых расчетных схем в конечно-элементных расчетах требует применения специальных типов конечных элементов (КЭ) – балочных КЭ, формулировка которых основана на теории деформирования балок [1].

Расчет нагрузок на упрощенную конструкцию является нетривиальной задачей, так как геометрия модели существенно более простая по сравнению с геометрией реальной конструкции. Нагрузки в свою очередь могут быть весьма сложными, например, неравномерно распределенная по поверхности нагрузка. В КЭ-программах обычно имеется возможность задания только некоторых простых видов нагрузок. А при решении практических задач часто возникает необходимость задавать сложные нагрузки. Таким образом, требуется оценить возможности КЭ-программ по заданию особых видов нагрузок.

Настоящая работа посвящена верификации и валидации конечно-элементных моделей пространственных стержневых конструкций в программных комплексах ANSYS и SOFISTIK. Несмотря на то, что обе программы реализуют МКЭ, они имеют различные интерфейсы и принципы построения расчетных моделей.

Верификация – это процедура проверки корректности программной реализации математических моделей и расчетных методов, заложенных в программу. Верификация программ проводится путем сравнения результатов, полученных с помощью программы, с результатами, полученными по аналитическим решениям и в физических экспериментах. Программа ANSYS Mechanical верифицирована [2] в отличие от SOFISTIK. Валидация – это процедура проверки возможности решения некоторых задач с помощью функционала программного средства.

Верификация и валидация выполнена путем решения нескольких тестовых задач, имеющих точное аналитическое решение [3,4]. Выполнен расчет шарнирно-опертой балки, плоской фермы и пространственной конструкции (купола). Проведено сравнение возможностей программ, рабочих процессов решения задач, графических интерфейсов. Для каждой задачи выполнено сопоставление результатов численного решения с результатами аналитического решения. Погрешность решения задач не превышает 10%, что говорит об адекватности математических моделей и численных методов.

На основе проведенного анализа результатов расчетов установлено, что узловые нагрузки в программах ANSYS Mechanical и SOFISTIK вычисляются по различным алгоритмам, о чем свидетельствует разница в результатах.

Таким образом, обе программы позволяют решать поставленные задачи расчета напряженно-деформированного состояния пространственных стержневых конструкций с требуемой точностью.

Список литературы

1. Тимошенко С. П. Устойчивость стержней, пластин и оболочек: Избранные работы. Москва: Физматгиз, 1971. – 808 с.
2. Верификационный отчет по программному комплексу ANSYS Mechanical / А.М. Белостоцкий, С.И. Дубинский, А.А. Аул, А.И. Нагибович, И.Н. Афанасьева, О.А. Козырев, А.С. Павлов. 4 т. М. : ЗАО НИЦ СтаДиО, НОЦ КМ МГСУ, 2009.
3. Мандриков А.П. «Примеры расчета железобетонных конструкций. Часть 2» / Мандриков А.П. – Москва: Техиздат, 2006. – 231 с.
4. Иванов В.А. «Конструкции из дерева и пластмасс»/ Иванов В.А. – Киев: «ВИЩА ШКОЛА», 1981. – 388 с.

УСТОЙЧИВЫЙ АЛГОРИТМ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРИ НЕТОЧНЫХ ВХОДНОМ И ВЫХОДНОМ СИГНАЛАХ

Сыренов С.В.

Новосибирский государственный технический университет
voscob@mail.ru, sod.cheese@gmail.com

Выполнены исследования регуляризирующего алгоритма параметрической идентификации динамической системы, при наличии нормально распределённого шума измерения в элементах матрицы СЛАУ и правой части. По результатам вычислительного эксперимента определена степень влияния относительных уровней шума на ошибку идентификации.

Ключевые слова: параметрическая идентификация, регуляризирующие алгоритмы, критерий оптимальности, коэффициент эффективности работы алгоритма.

В традиционных постановках задачи параметрической идентификации, связанных с решением СЛАУ, считается, что только правая часть содержит ошибки. На практике такое предположение не выполняется: матрица так же задаётся неточно. На настоящий момент отсутствуют публикации, посвященные вопросам влияния шума матрицы на точность идентификации с использованием регуляризирующих алгоритмов.

В данной работе выполнены исследования по установлению степени влияния на ошибку идентификации относительных уровней шумов правой части и элементов матрицы.

В регуляризующих алгоритмах решения СЛАУ главной проблемой на практике является выбор параметра регуляризации. При заниженных значениях в регуляризованном решении будут присутствовать осцилляции, обусловленные присутствием шумов (решение недоглажено), а при завышенных значениях из решения будут удалены информативные компоненты (решение переглажено). Поэтому возникает задача оценить оптимальное значение параметра регуляризации, которое минимизирует среднеквадратическую ошибку регуляризованного решения.

На практике вычисление точного значения невозможно вследствие незнания функции искомого решения. Поэтому в литературе рассмотрены алгоритмы, позволяющие оценить оптимальный параметр регуляризации, когда дисперсия погрешностей измерения правой части интегрального уравнения задана. В работе используется критерий оптимальности как дающий значение параметра регуляризации, наиболее близкое к оптимальному.

Для детального исследования свойств оценки найденного таким способом параметра регуляризации при зашумленной матрице вводился коэффициент эффективности алгоритма выбора параметра регуляризации, обладающий определёнными числовыми характеристиками. Для разных соотношений уровней шума правой части и элементов матрицы были вычислены по выборке средние значения коэффициента эффективности и было определено насколько уменьшается коэффициент эффективности в зависимости от уровня шума входного сигнала по сравнению с коэффициентом эффективности при точной правой части СЛАУ, но при одинаковом относительном уровне шума элементов матрицы. Эти вычисления проводились для разных пар уровней шумов правой части и элементов матрицы.

Анализ результатов вычислительных экспериментов позволил выявить такие соотношения шумов правой части и элементов матрицы и выделить определённые области, где помехи в матрице можно не учитывать, где учёт помех рекомендован, а где помехи обязательны к учёту, и для нахождения регуляризованного решения с высокой точностью требуется использовать другой алгоритм.

В работе выполнены исследования регуляризующего алгоритма параметрической идентификации динамической системы при наличии нормально распределённого шума измерения правой части и элементов матрицы. По результатам вычислительного эксперимента определена степень влияния относительных уровней шума на ошибку идентификации. Даны практические рекомендации по применению

регуляризирующих алгоритмов при решении линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), возникающих при параметрической идентификации.

Список литературы

1. Воскобойников Ю.Е. Устойчивые алгоритмы решения обратных измерительных задач / Научная монография. Ю. Е. Воскобойников. – Новосибирск : Изд-во НГАСУ. 2007. – 184 с.
2. Воскобойников Ю. Е. Устойчивые методы и алгоритмы параметрической идентификации / Научная монография Ю. Е. Воскобойников. – Новосибирск : Изд-во НГАСУ, 2006. – 186 с.

УСТОЙЧИВЫЙ АЛГОРИТМ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРИ НЕТОЧНЫХ ВХОДНОМ И ВЫХОДНОМ СИГНАЛАХ

Боева В.А.

**Новосибирский государственный технический университет
lidya.ditts@yandex.ru, voscob@mail.ru**

Выполнены исследования регуляризирующего алгоритма идентификации импульсной характеристики динамической системы при наличии нормально распределённого шума измерения во входном и выходном сигналах. По результатам вычислительного эксперимента определена степень влияния относительных уровней шума входного и выходного сигналов на ошибку идентификации.

Ключевые слова: идентификация импульсной характеристики, регуляризирующие алгоритмы восстановления сигналов, критерий оптимальности, коэффициент эффективности работы алгоритма

В традиционных постановках задачи непараметрической идентификации импульсной характеристики считается, что правая часть измеряется с ошибкой, а входной сигнал – точно. На практике же такое предположение для ряда схем идентификации не выполняется [1]. На настоящий момент отсутствуют публикации, посвященные вопросам влияния шума входного сигнала на точность идентификации с использованием регуляризирующих алгоритмов.

В данной работе выполнены исследования по установлению степени влияния на ошибку идентификации относительных уровней шумов входного и выходного сигнала.

В регуляризующих алгоритмах восстановления входных сигналов при выбранном стабилизирующем функционале (задающем класс функций, в котором ищется решение) главной проблемой на практике является выбор параметра регуляризации. При заниженных значениях в регуляризованном решении будут присутствовать осцилляции, обусловленные шумами, а при завышенных значениях из решения будут удалены информативные компоненты [2]. Поэтому возникает задача оценить оптимальное значение параметра регуляризации, которое минимизирует среднеквадратическую ошибку регуляризованного решения.

На практике вычисление точного значения невозможно вследствие незнания функции искомого решения. Поэтому в литературе рассмотрены алгоритмы, позволяющие оценить оптимальный параметр регуляризации, когда дисперсия погрешностей измерения правой части интегрального уравнения задана [3,4]. В работе используется критерий оптимальности как дающий значение параметра регуляризации, наиболее близкое к оптимальному.

Для детального исследования свойств оценки найденного таким способом параметра регуляризации при зашумленном входном сигнале вводился коэффициент эффективности алгоритма выбора параметра регуляризации. Для разных соотношений уровней шума входного и выходного сигналов были вычислены по выборке средние значения коэффициента эффективности и определено, насколько уменьшается коэффициент эффективности в зависимости от уровня шума входного сигнала по сравнению с коэффициентом эффективности при точном входном сигнале идентифицируемой системы, но при одинаковом относительном уровне шума выходного сигнала.

Анализ результатов вычислительных экспериментов позволил выявить соотношения шумов входного и выходного сигналов и выделить определённые области, где помехи во входном сигнале можно не учитывать, где учёт помех рекомендован, а где помехи обязательны к учёту, и для нахождения регуляризованного решения с высокой точностью требуется использовать другой алгоритм.

Список литературы

1. Тихонов А. Н. Численные методы решения некорректных задач / А.Н. Тихонов, А. В. Гончарский, В. В. Степанов и др.,– М.: Наука, 1990. – 231 с.

2. Воскобойников Ю.Е. Устойчивые алгоритмы решения обратных измерительных задач / Научная монография. Ю. Е. Воскобойников. – Новосибирск: Изд-во НГАСУ. 2007. – 184 с.
3. Воскобойников Ю. Е. Численная реализация и сравнение четырех способов выбора параметра регуляризации в устойчивых алгоритмах деконволюции / Ю. Е. Воскобойников // Научный вестник НГТУ. – 2004. – № 2 (17). – С. 27–44.
4. Воскобойников Ю. Е. Устойчивые методы и алгоритмы параметрической идентификации / Научная монография Ю. Е. Воскобойников. – Новосибирск: Изд-во НГАСУ, 2006. – 186 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ НАКЛОННЫХ ДЕТОНАЦИОННЫХ ВОЛН В ВОДОРОД-КИСЛОРОДНОЙ СМЕСИ

В.М. Темербеков

Новосибирский государственный технический университет

Численное моделирование процессов детонации в химически активных средах очень важно для различных областей науки. Одним из таких процессов является инициирование детонации сферами малого диаметра. Эта проблема очень интересна с точки зрения исследования детонационных процессов в ударных волнах в камерах сгорания гиперзвуковых реактивных двигателей и оценки энергии инициирования детонации. Создание численной модели для таких явлений необходимо для будущих исследований. В настоящей работе проведены исследования взаимодействия сверхзвукового реагирующего потока со сферами малого диаметра. Было проведено сравнение экспериментальных и численных результатов и показано их соответствие.

Ключевые слова: наклонная детонационная волна, инициирование, численное моделирование, горение.

Изучение инициирования и стабилизации детонации снарядом, метаемым со сверхзвуковой скоростью, важно как с научной, так и с технологической точек зрения. Для численных исследований подобных задач необходимо обеспечить адекватность выбранной математической модели и в частности кинетической схемы химических реакций. Значение констант кинетической схемы могут тем или иным образом влиять на точность полученных результатов.

Задачей настоящей работы является верификация математической модели по экспериментальным данным с целью выбора констант кинетической схемы, для дальнейшего исследования проблем детонации численными методами.

Математическая модель включает в себя осреднённые по Фавру уравнения Навье-Стокса для многокомпонентной газовой смеси с учетом химических реакций. Для моделирования химической кинетики в работе была использована приведённая кинетическая схема, включающая одну брутто-реакцию горения водорода в воздухе. В работе [1] данная кинетическая схема была верифицирована по экспериментальным данным о временах задержки воспламенения и скорости распространения детонационной волны при различных условиях.

В качестве решателя использован программный комплекс ANSYS Fluent. Для аппроксимации по времени используется неявная схема второго порядка, а для аппроксимации по пространству – схема расщепления вектора потоков AUSM с противопотоковой аппроксимацией второго порядка точности.

Проведен расчёт инициирования детонации с помощью шарика, диаметром $d=3.18$ мм, метаемого в смесь водород/кислород/аргон со скоростью $V_p=1.2\div 1.5M_{Cl}$, и выполнено сравнение с экспериментальными данными [2]. Для приведенной кинетики в стехиометрической смеси водород/кислород/аргон число Маха Чепмена-Жуге составляет $M_{Cl}=5.21$. Расчёты проводились для различных значений статического давления набегающего потока. При моделировании определялись константы модели (предэкспоненциальный множитель и энергия активации) при которых результаты расчёта наилучшим образом согласуются с экспериментальными данными. В результате, разработанная математическая модель позволила достаточно точно воспроизвести режимы течения, полученные в эксперименте. Получен режим детонационного горения с наклонной детонационной волной при $P_{st}=141$ кПа. Кроме того, в расчете реализованы режимы, именуемые в работе [2] «Straw Hat» со стабилизированной наклонной детонационной волной при $P_{st}=136$ кПа и с неустойчивой наклонной детонационной волной при $P_{st}=131$ кПа. Режим ударно-инициированного горения при $P_{st}=121$ кПа также получен в расчете.

Список литературы

1. Бедарев И.А., Федоров А.В., Рылова К.В. Применение детальных и приведенных кинетических схем для описания детонации водородо-

воздушных смесей с разбавителем // Физика горения и взрыва. 2015. Т. 51, № 5. С. 22-33

2. Maeda S., Sumiya S., Kasahara J., Matsuo A. Scale effect of spherical projectiles for stabilization of oblique detonation waves // Shock Waves. 2015. Vol. 25. P. 141–150

МОДУЛЬ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА И АНАЛИЗА ХАРАКТЕРИСТИК ОТКРЫТЫХ КАНАЛОВ

Т.В. Черногорова, Н.В. Голышев

**Сибирский государственный университет водного транспорта
kis@nsawt.ru**

Основной задачей является написание программного модуля для автоматизации процессов расчета гидравлических параметров открытых каналов.

Ключевые слова: гидравлический расчет каналов, геометрические характеристики открытых каналов, модуль расчета гидравлических параметров открытых каналов

Вопросы гидравлического расчета открытых каналов в земляном русле, при их проектировании имеют важное технико-экономическое и научное значение[1].

Гидравлические расчеты очень важны и необходимы для прогнозирования уровня режима в естественных условиях, используются при планировании режимов работы открытых каналов и оперативном их управлении, оценке уровней воды, мониторинге водохозяйственной ситуации. Специалисты в этой области сталкиваются с разнообразными сложными задачами при проектировании, при оценке состояния дна и откосов открытых каналов во время эксплуатации, и основная их задача является точный расчет всех возможных характеристик. Грамотные технические решения, заложенные при проектировании, позволят эксплуатировать канал многие годы, а также позволят избежать размывания и заиления.

На сегодняшний день проектирование поперечного профиля канала (т.е. нахождение его размера, и построение графика) производят вручную, что является очень долгим и трудоемким процессом и как следствие может повлиять на допущение ошибок в расчетах.

В связи с этим, были проанализированы методики и алгоритмы гидравлического расчета параметров открытых каналов (таблица 2), разработан программный модуль, в среде программирования

MATLAB, который позволит пользователю производить расчет, при введенных им данных, анализировать, построенный модулем профиль поперечного сечения канала.

На рисунке 1 изображен внешний вид программного модуля.

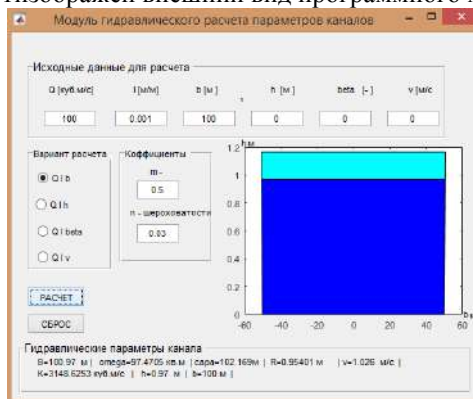


Рисунок 1 – Вид главного окна модуля, гидравлического расчета параметров канала

Интерфейс интуитивно понятен со свободной навигацией, менять данные можно в любой момент и в любом порядке, используя компоненты ввода - вывода. Поля для ввода параметров подписаны, чтобы пользователь знал, что и куда вводить. Имеются различные кнопки, при нажатии на которые, осуществляются определенные действие, например, решить, сбросить. Одновременно с расчетами происходит построение профиля канала. На экран выводятся все рассчитанные гидравлические параметры канала.

Модуль избавит от многочисленных расчетов на бумаге, случайных ошибок связанных с человеческим фактором. Облегчит работу не только инженерам - гидротехникам, но и студентам и преподавателям, будет полезен в учебном процессе.

Список литературы:

1. Рабкова Е. К., Проектирование и расчет оросительных каналов в земляном русле [Текст] Учебное пособие. / Е. К. Рабкова.- М.: Изд-во УДН, 1990.- 252с.;ил.
2. Чугаев Р.Р. Гидравлика [Текст] Учебник для вузов- 6-е изд., репринтное. / Р. Р. Чугаев.- М.: Издательский Дом «БАСТЕТ», 2013.- 672с.;ил.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВРЕМЕННОГО ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЯДА НА ОСНОВЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

А.А. Зуева, Н.В. Голышев

Сибирский государственный университет водного транспорта
(СГУВТ), kis@nsawt.ru

В работе приведены результаты разработки искусственной нейронной сети для краткосрочного прогнозирования уровней гидрологических рядов. Возможности нейронной сети проверены при использовании модельных и реальных гидрологических рядов. Проведены выбор параметров сети и оценка погрешности прогноза. Разработан модуль для краткосрочного прогноза гидрологического ряда.

Ключевые слова: гидрологический ряд, нейронная сеть, краткосрочный прогноз.

Под гидрологическим прогнозом в самом широком смысле понимается заблаговременный расчет интересующих нас сведений о режиме водных объектов, основанный на знании закономерностей природных процессов.

В настоящее время для прогнозирования временных рядов широко применяются методы статистического прогнозирования, основанные на моделях авторегрессии [1,2]

$$q(n) = - \sum_{k=1}^N a_k(k) \cdot q(n-k) + \sum_{k=0}^M b_k \cdot \varepsilon(n-k), \quad (1)$$

где $n = 1, 2, \dots$ – номер (индекс) результата измерения уровня ряда, $\varepsilon(n)$ – модель ошибок измерений в виде последовательности отсчетов белого шума с нормальным (гауссовским) законом распределения, нулевым средним значением и единичной дисперсией, $q(n)$ – сигнал возбуждения системы, $a(k)$ b – коэффициенты модели.

Для реализации прогноза на основе модели (1) необходимо иметь информацию о статистических характеристиках возбуждающего процесса и модели шума. Кроме того, обычно предполагается стационарность временного ряда [2].

В ряде областей такая информация, как правило, доступна или может быть получена. Например, в теории управления техническими системами. Здесь используется, либо стационарная модель, либо нестационарная, но с известными статистическими параметрами [2]. Для оценивания применяются стационарные и нестационарные

фильтры Калмана и рекуррентные оценки по методу наименьших квадратов.

Так, как гидрологический ряд порождается реальным объектом, то он содержит информацию о структуре и внутренних связях объекта, в этом смысле этот временной ряд не является набором независимых между собой чисел [3]. Если вся доступная измерению информация содержится в предыдущих значениях ряда, то уравнение прогноза является неизвестной функцией

$$\hat{q}(n+1) = \varphi(q_n, q_{n-1}, \dots, q_{n-P}), \quad (2)$$

где P - количество предыдущих известных значений ряда.

Учитывая, что измерения уровней ряда производятся со случайной погрешностью уравнение (2) является стохастическим.

С учетом изложенного, задача прогнозирования уровней гидрологического ряда сводится к прогнозированию характеристик сложного объекта с переменными параметрами в условиях неполной и неточной информации. В таких условиях большое значение приобретает робастность получаемых оценок, то есть обеспечение слабой чувствительности оценок прогноза к неточности модели и погрешностям в исходных данных.

Если на интервале оценки тренда считать, что неизвестную функцию (2) можно аппроксимировать линейной, а гидрологический ряд практически стационарным $a_k(k) = a_k$, то уравнение модели (1) можно привести к виду

$$q(n) = - \sum_{k=1}^P a_k \cdot q(n-k) + \varepsilon_n, \quad (3)$$

где ε_n - случайная величина которая описывает несовершенство модели представления расхода в виде линейной функции от P – переменных и погрешности измерений уровней ряда [2,3].

Искусственная нейронная сеть с линией задержки на входе и линейными передаточными функциями может быть использована для текущего одношагового прогнозирования уровней гидрологических рядов в условиях недостаточной информации о районе сбора стока и его характеристиках. При проведении прогноза используются только данные предыдущих значений уровней ряда.

Список литературы

1. Льюнг, Л. Идентификация систем. Теория для пользователя. Пер. с англ. – М.: Наука, 1991 - 432 С.

2. Ермаков, С.М. Математическая теория оптимального эксперимента. - М: Наука, 1997 - 320 С.
3. Ллойд, Э Справочник по прикладной статистике. Пер. с англ. - М: Финансы и статистика, 1990, - т.2, 526 С.

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ НЕПРЕРЫВНО-ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМ

С.О. Кулабухова, В.М. Чубич

**Новосибирский государственный технический университет
chubich@ami.nstu.ru**

Рассмотрена процедура параметрической идентификации системы в пространстве состояний на основе метода максимального правдоподобия, разработаны алгоритмы вычисления критерия идентификации и его градиента, реализовано соответствующее программное обеспечение. Разработанное программно-математическое обеспечение апробировано на примере модели культивирования микроводорослей.

Ключевые слова: оценивание параметров, метод максимального правдоподобия, динамическая система

В настоящее время непрерывно-дискретные системы с детерминированными уравнениями состояний применяются для моделирования многих реальных динамических систем. Возможными прототипами подобных систем могут выступать различные физические, естественнонаучные, медицинские системы и т.д. В связи с этим, представляется полезной разработка программно-математического обеспечения для проведения идентификации непрерывно-дискретных систем.

Рассмотрена процедура параметрической идентификации динамической системы, описывающейся следующими уравнениями в пространстве состояний:

$$\frac{dx(t)}{dt} = f[x(t), u(t), \theta, t], \quad t \in [t_0, t_N], \quad x(t_0) = x_0,$$

$$y(t_{k+1}) = h[x(t_{k+1}), t_{k+1}] + v(t_{k+1}), \quad k = \overline{0, N-1},$$

где $x(t)$ – вектор состояния; $u(t)$ – вектор управления; $y(t_{k+1})$ – вектор измерения; $v(t_{k+1})$ – вектор шума измерений.

Известно, что случайный вектор ошибки является белым гауссовским шумом, для которого

$$E[v(t_{k+1})] = 0, \quad E[v(t_{k+1})v^T(t_{j+1})] = \begin{cases} R(\theta), & k = j, \\ 0, & k \neq j. \end{cases}$$

На основании приведенного структурно-вероятностного описания модели целесообразным является проведение параметрической идентификации на основе метода максимального правдоподобия, который позволяет находить оценки, обладающие такими хорошими свойствами, как асимптотическая несмещенность, состоятельность, асимптотическая эффективность и асимптотическая нормальность [1].

Задача оценивания неизвестных параметров сводится к задаче нелинейного программирования:

$$\hat{\theta} = \arg \min_{\theta \in \Omega_\theta} \chi(\theta; Y_1^N) = \arg \min_{\theta \in \Omega_\theta} -\ln L(\theta; y(t_1), \dots, y(t_N))$$

где

$$\chi(\theta; Y_1^N) = \frac{N}{2} \ln \det R + \frac{1}{2} \sum_{k=0}^{N-1} (y(t_{k+1}) - \hat{y}(t_{k+1}; \theta))^T R^{-1} (y(t_{k+1}) - \hat{y}(t_{k+1}; \theta))$$

и

$$\hat{y}(t_{k+1}; \theta) = h[x(t_{k+1}; \theta), t_{k+1}].$$

Для решения оптимизационной задачи используется метод последовательного квадратичного программирования [2]. В связи с тем, что данный метод относится к методами первого порядка было разработано на языке Matlab программно-математическое обеспечение вычисления критерия идентификации $\chi(\theta; Y_1^N)$ и его градиента.

Указанное программно-математическое обеспечение апробировано на примере модели культивирования микроводорослей [3].

Для повышения точности параметрической идентификации в дальнейшем предполагается построение оптимальных входных сигналов с привлечением аппарата теории планирования эксперимента.

Список литературы

1. Боровков А.А. Математическая статистика / А.А. Боровков. – Новосибирск: Наука; Изд-во Ин-та математики, 1997. – 772 с.
2. Измайлов А.Ф. Численные методы оптимизации / А.Ф. Измайлов, М.В. Солодов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 320 с
3. Benavides M. Parameter identification of the Droop model using optimal experimental design / M. Benavides, D. Telen, J. Lauwers, F. Logist, J. Van Impe, A. Vande Wouwer // IFAC – PapersOnLine. – 2015. - №1(48). – P.586 – 591.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЛЕГОЧНЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ НА ОСНОВЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

П.А. Чернышев

Новосибирский государственный технический университет
pershina@tiger.cs.nstu.ru

Аннотация: в данной работе представлена разработка программно-алгоритмического обеспечения на основе сверточной нейронной сети для выявления злокачественных легочных новообразований.

Ключевые слова: классификация, компьютерная диагностика, компьютерная томография.

Использование во врачебной практике компьютерной диагностики (CAD, computer-aided diagnosis) в значительной мере способствует постановке верного диагноза и назначению правильного лечения. Одним из направлений CAD является анализ медицинских изображений, полученных в результате компьютерной томографии (КТ) или магнитно-резонансной томографии (МРТ) [1]. Основная задача таких систем – выделение патологической области, сегментации и классификации патологии. Целью данной работы является разработка программно-алгоритмического обеспечения для анализа снимков, полученных в результате проведения компьютерной томографии грудной области, с целью выявления злокачественных новообразований. Алгоритм реализован на основе сверточной нейронной сети, выполняющей классификацию новообразований. В качестве набора данных для обучения сверточной нейронной сети используется общедоступный набор LIDC-IDRI, в котором представлены КТ изображения 1018 пациентов, проанализированы и размечены командой из четырех радиологов на три класса новообразований: «злокачественные размером ≥ 3 мм», «злокачественные размером < 3 » и «доброкачественные размером ≥ 3 мм» [2]. Задача алгоритма – отнести новообразование к одному из двух классов: «злокачественное» и «доброкачественное». В качестве оценки точности классификации используется площадь под ROC-кривой.

Список литературы:

1. Doi K. Computer-aided diagnosis in medical imaging: historical review,

current status and future potential //Computerized medical imaging and graphics. – 2007. – Т. 31. – №. 4. – С. 198-211.

2. Armato III S. et al. Data from LIDC-IDRI. The cancer imaging archive. – 2015.

МОДИФИКАЦИИ МЕТОДА MCD ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО ОЦЕНИВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОЛИНОМИАЛЬНЫХ СТРУКТУРНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ

Е.П. Архипенко, Е.А. Хайленко

Новосибирский государственный технический университет

hajlenko@corp.nstu.ru

Рассмотрена задача устойчивого оценивания параметров полиномиальных структурных зависимостей. Реализован и исследован метод наименьшего определителя ковариационной матрицы. Предложены его модификации с целью повышения точности оценивания. Метод был применен к анализу реальных данных.

Ключевые слова: структурная зависимость, устойчивое оценивание, метод наименьшего определителя ковариационной матрицы, модификации метода наименьшего определителя ковариационной матрицы.

Как правило, для оценивания неизвестных параметров регрессионной модели используют метод наименьших квадратов (МНК) и метод максимального правдоподобия (ММП). Однако МНК не устойчив к аномальным наблюдениям и при наличии случайных ошибок в объясняющих переменных получает смещенные оценки. Для нахождения оценок методом максимального правдоподобия и обеспечения их хороших свойств требуется знание априорной информации о виде распределения ошибок, что вызывает определенные затруднения в его реализации. Поэтому для оценивания параметров моделей с ошибками в объясняющих переменных в условиях появления выбросов необходимо применять специальные устойчивые методы. В работе в качестве такого метода рассмотрен метод наименьшего определителя ковариационной матрицы (MCD) [1].

В методе MCD вычисление оценок производится не на всем множестве наблюдений, а на его подмножестве, для которого ковариационная матрица имеет наименьший определитель. Поиск такого множества основан на процедуре С-шага.

Алгоритм С-шага:

1. для выбранного оценочного подмножества размера h вычисляются оценки T и S , где T – среднее из h наблюдений, S – выборочная ковариационная матрица, вычисляемая по формуле:

$$S = \frac{1}{h} \sum_{i \in H} (x_i - T)(x_i - T)^T,$$

где $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip}, Y_i)^T$, $T = (\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_p, \bar{Y})^T$, где p – число объясняющих переменных.

2. вычисляются расстояния $d_i, i = \overline{1, n}$ по формуле:

$$d_i = \sqrt{(x_i - T)^T S^{-1} (x_i - T)}.$$

3. полученные расстояния упорядочиваются в порядке возрастания;
4. формируется новое оценочное подмножество, путем выбора первых h наблюдений, соответствующих наименьшим расстояниям;
5. вычисляются новые оценки T и S .

На точность оценок, полученных методом MCD, влияет способ вычисления средних, поэтому в работе были предложены оригинальные модификации метода MCD, которые заключаются в устойчивом оценивании математического ожидания. Предложено вместо обычного среднего вычислять среднее по шорту [2] и усеченное среднее [3].

Проведенные исследования показали, что данные модификации позволяют улучшить точность оценивания модели с ошибками в объясняющих переменных при различных типах выбросах. Метод MCD и его предложенные модификации были применены к решению задачи оценивания системы спроса домашних хозяйств.

Список литературы

1. Rousseeuw, Peter A Fast Algorithm for the Minimum Covariance Determinant Estimator / Peter Rousseeuw, Katrien Van Driessen // *Technometrics*. – 1999. – vol. 41, no. 3. – С. 212-223.
2. Grübel R. The length of the shorth. // *Ann. Statist.* 16 (№ 2), 1988. – pp. 619-628.
3. Tukey, J.W. Less vulnerable confidence and significance procedures for location based on a single sample: Trimming/ Winsorization / J.W. Tukey, D.H. McLaughlin // *Sankhya*. – 1963. – Series A 25. – С. 331-352.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ

В.И. Шершунова, Ж.С. Першина

Новосибирский государственный технический университет
pershina@tiger.cs.nstu.ru

Аннотация: в данной работе выполнен сравнительный анализ алгоритмов семантической сегментации объектов на изображениях.

Ключевые слова: семантическая сегментация, сверточные нейронные сети.

В последнее время в области распознавания объектов на изображении выделился новый подход, именуемый семантической сегментацией. Применение данного подхода обеспечивает попиксельную локализацию и классификацию объектов на изображении. Развитие данного подхода позволяет улучшить качество алгоритмов распознавания объектов и тем самым расширить области применения.

Целью данной работы является исследование алгоритмов семантической сегментации с использованием сверточных нейронных сетей.

В рамках данного исследования рассматриваются две архитектуры сверточных нейронных сетей: Fully Convolutional Network (FCN) [1] и DeepLab, последняя версия которого (v3) была опубликована сравнительно недавно [2].

Для сравнения выбранных архитектур введены и использованы следующие метрики: пиксельная точность (англ. pixel accuracy) (1) и mIoU (англ. mean Intersection over Union) (2).

$$\frac{\sum_i n_{ii}}{\sum_i t_i}, \quad (1)$$

где n_{ii} – количество пикселей класса i , принадлежащих классу i , t_i – общее число пикселей класса i .

$$\frac{1}{n_{cl}} \times \sum_i \frac{n_{ii}}{t_i + \sum_j n_{ji} - n_{ii}}, \quad (2)$$

где n_{ii} – количество пикселей класса i , принадлежащих классу i , n_{ji} – количество пикселей класса j , принадлежащих классу i , n_{cl} – общее количество классов, t_i – общее число пикселей класса i .

На основе заданных метрик выполнен сравнительный анализ точности семантической сегментации алгоритмов, реализованных на базе архитектур FCN и DeepLab v3.

Список литературы

1. Long J., Shelhamer E., Darrell T. Fully convolutional networks for semantic segmentation //Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. – 2015. – С. 3431-3440.
2. Chen L. C. et al. Rethinking atrous convolution for semantic image segmentation //arXiv preprint arXiv:1706.05587. – 2017.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАСПОЗНАВАНИЯ ЗНАКОВ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

С.Я. Каздорф, В.А. Абросимов, В.И. Шершунова
Новосибирский государственный технический университет
pershina@tiger.cs.nstu.ru

Аннотация: в данной работе представлен алгоритм распознавания знаков дорожного движения на основе сверточной нейронной сети.

Ключевые слова: распознавание образов, сверточная нейронная сеть.

При навигации автономных систем в городской среде наиболее важной является задача распознавания знаков дорожного движения. Для ее решения применяются различные подходы, наиболее успешным из которых является разработка алгоритмов распознавания, основанных на сверточных нейронных сетях.

Для решения поставленной задачи был разработан алгоритм на основе сверточной нейронной сети архитектуры VGG-16. Разработанный алгоритм был обучен на изображениях дорожных знаков, расположенных в открытом доступе. В выборке присутствовали изображения шести типов знаков, определяющих направления движения. Количество изображений каждого типа выбиралось с учетом равномерности обучающих данных. Также в процессе обучения изображения подвергались процедуре аугментации (повороты, масштабирование и т.д.) с целью увеличения объема обучающих данных.

Обученная сеть была протестирована на данных, которые не применялись для обучения сети. Точность классификации

изображений составила 95%. Предлагаемое решение использовано при разработке системы управления мобильным роботом, в рамках конкурсной задачи соревнований Робофест 2018 в категории Автонет 18+, одним из этапов которых является преодоления участка с условиями движения, приближенными к городским.

Список литературы

1. Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G. E. Imagenet classification with deep convolutional neural networks //Advances in neural information processing systems. – 2012. – С. 1097-1105.
2. He K. et al. Deep residual learning for image recognition //Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. – 2016. – С. 770-778.

РАЗРАБОТКА МЕССЕНДЖЕРА ПОД IOS С ШИФРОВАНИЕМ СООБЩЕНИЙ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АССИМЕТРИЧНОГО КЛЮЧА

Т.Д. Каюмов, А.Ф. Задорожный

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), zaf@sibstrin.ru

Представлено мобильное приложение для платформы iOS, которое позволяет пользователям общаться посредством передачи зашифрованных сообщений. Приложение использует асимметричный ключ для шифрования и дешифрования сообщений, предоставляет удобный пользовательский интерфейс для обмена открытым ключом.

Ключевые слова: мессенджер, чат, асимметричный ключ, сквозное шифрование, iOS, мобильное приложение.

В последнее время мессенджеры – системы мгновенного обмена сообщениями, стали крайне популярны. Особенность большинства систем обмена сообщениями заключается в том, что все сообщения проходят через некий центральный сервер, о котором пользователям ничего неизвестно. Центральный сервер априори выступает «человеком посередине», который принимает и хранит все сообщения пользователей. При несанкционированном входе на сервер обеспечивается доступ ко всем сообщениям, которые на нем хранятся.

Решение этой проблемы заключается в использовании сквозного шифрования, т.е. способа передачи данных, в котором только пользователи, участвующие в общении, имеют доступ к данным. Если

система использует сквозное шифрование, то злоумышленник, даже получив доступ к серверу хранения, не сможет расшифровать данные, так как ключ для дешифрования ему неизвестен. Именно разработке подобной системы и посвящена данная работа.

Реализация системы выполнена с использованием ассиметричного ключа. Открытый ключ используется для шифрования сообщений и обмена контактными данными между пользователями, он доступен для просмотра в любой момент времени. Закрытый ключ хранится в системном хранилище, в интерфейсе не фигурирует и используется для дешифровки полученных сообщений. Закрытый и открытый ключи генерируются на устройстве пользователя во время первого запуска приложения. Пользователь имеет возможность регенерации ключей, в случае подозрения на компрометацию.

Обмен контактными данными происходит посредством передачи открытого ключа и имени пользователя. Существует два сценария передачи контактных данных.

Первый сценарий является более безопасным, так как передача будет осуществляться в реальном мире, без участия третьих лиц. Добавляемый пользователь должен запустить в приложении модуль отображения QR-кода (Рисунок 1), в котором закодированы открытый ключ и имя пользователя. Добавляющий пользователь должен с помощью модуля сканирования QR-кода просканировать код на экране телефона добавляемого пользователя. После этого произойдет добавление пользователя в книгу контактов (Рисунок 2).

Второй сценарий предполагает передачу QR-кода через открытый канал данных, например, сеть интернет. Дальнейшие действия пользователей аналогичны первому сценарию. Недостаток этого сценария в том, что в таком случае злоумышленник сможет перехватить открытый ключ, но на безопасности общения это никак не скажется.

Сервер, через который проходят данные, хранит метаданные о сообщениях (отпечаток открытых ключей отправителя и получателя, время отправки сообщения) и текст сообщения в зашифрованном виде. Таким образом, при не санкционированном доступе к серверу, будет виден набор бесполезной информации, так как ключи для дешифрования отсутствуют.



Рисунок 1– QR-код

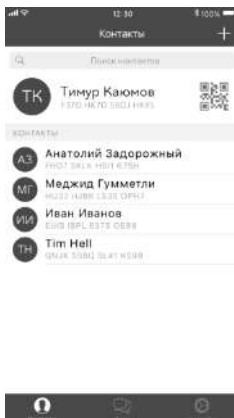


Рисунок 2 – Книга контактов

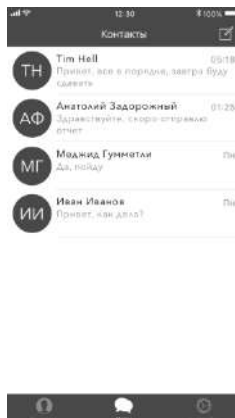


Рисунок 3 – Список чатов

Список литературы

1. MarkPrice. iOS 10 in Swift 3. – М.:Devslopes, 2017. – 806с.
2. SimonNg.Beginning iOS 10 Programming with Swift – М.: Independently published, 2017. – 611 с.

АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ И ПОДСЧЕТА ГРАНУЛ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗМОЖНОСТЕЙ БИБЛИОТЕКИ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ OPENCV

И.М. Колотай

Новосибирский Государственный Архитектурно-Строительный Университет (Сибстрин), zaf@sibstrin.ru

В данной работе рассматривается алгоритм распознавания и подсчета количества гранул на изображении с использованием возможностей библиотеки компьютерного зрения OpenCV.

Ключевые слова: бетон, заполнитель, изображение, контрастность, медианный фильтр, пиксел.

При анализе качества изготовления легкого бетона, изготовленного путем насыщения объема бетона крупным пористым заполнителем в соответствии с технологическими требованиями, рассматривается

плотность распределения заполнителя в бетоне. Параметр насыщенности влияет на теплоизоляционные свойства легкого бетона и его прочность. Как правило, подобный анализ осуществляется вручную. Основным недостатком ручного анализа является его высокая трудоемкость. В работе предложен алгоритм распознавания и подсчета количества гранул на изображении с использованием библиотеки компьютерного зрения OpenCV. Задача решается выполнением следующих операций:

- отделение гранул от фона;
- повышение контрастности изображения;
- поиск эталонов на изображении;
- создание пользовательского интерфейса.

Так как в дальнейшем все этапы алгоритма "работают" с яркостью пикселей изображения, то целесообразно произвести конвертацию изображения из цветового пространства *RGB* в цветовое пространство *HSV*.

Алгоритм содержит в себе следующие этапы:

- уменьшение уровня шума на изображении – медианный фильтр;
- усиление разницы между светлыми и темными пикселями на изображении – вытягивание контрастности;
- выравнивание фона изображения – метод «верх шляпы» (процедуру вычитания фона);
- поиск групп пикселей на изображении, сходных с эталонными группами, и, в случае удачного поиска, отметка их как соответствующих грануле.
- Реализация пользовательского интерфейса

Для оценки эффективности алгоритма была проанализирована область среза сформованного образца. Результат работы алгоритма можно наблюдать на рисунке (Рисунок 1). Красные круги означают, что гранулы были зарегистрированы алгоритмом и их количество указано в интерфейсе (Рисунок 2).

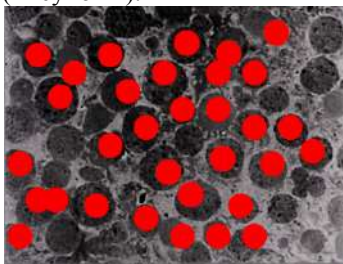


Рисунок 1– Изображение среза

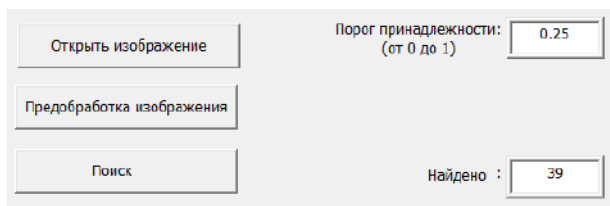


Рисунок 2 – Интерфейс программы

Список литературы

1. Звездов А.И., Фаликман В.Р. Высокопрочные лёгкие бетоны в строительстве и архитектуре // Жилищное строительство : журнал. — 2008. — № 7. — С. 106-109. — ISSN 0044-4472
2. Интерактивный учебник "OpenCV шаг за шагом". Режим доступа: <http://robocraft.ru/page/opencv>
3. Документация к библиотеке OpenCV. Режим доступа: <http://opencv.willowgarage.com/documentation/cpp/index.html>.

СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНОГО РЕШЕНИЯ НА ЯЗЫКЕ C# ДЛЯ ЗАДАЧИ НАХОЖДЕНИЯ ЭКСТРЕМУМА ФУНКЦИИ МЕТОДОМ ГРАДИЕНТА

М.Д. Верига, Т.С. Зайцева

**Сибирский государственный университет путей сообщения
tzay@yandex.ru**

В докладе представлена реализация WPF-приложения на языке C# на тему «Нахождение экстремума функции методом градиента». Описана сущность метода, в контексте программы представлен алгоритм нахождения экстремума градиентным методом, а также его реализация и графическая интерпретация на примере квадратичной функции.

Ключевые слова: программа, C#, градиент, градиентный спуск, градиентный метод, квадратичная функция, экстремум функции, Евклидова норма.

Градиентный спуск - это итерационный алгоритм оптимизации первого порядка для нахождения минимума функции. Для того, чтобы решить проблему нахождения локального минимума функции с помощью градиентного спуска, мы делаем шаги, пропорциональные

отрицательному значению градиента (или приближенного градиента) функции в текущей точке. Если вместо этого делать шаги, пропорциональные положительному градиенту, то можно приблизиться к локальному максимуму этой функции; процедура затем известна как градиентное восхождение [1].

Алгоритм метода следующий:

- 1) Выбирается произвольная начальная точка X

$$X^{(0)} = (x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, \dots, x_n^{(0)})$$

И вычисляется значение целевой функции $f(X^{(0)})$.

- 2) Задается достаточно малый шаг, отличный от нуля.

$$\partial f(X^{(0)}) = \left(\frac{\partial f}{\partial x_1}; \frac{\partial f}{\partial x_2}; \dots; \frac{\partial f}{\partial x_i} \right) |_{X=X^{(0)}}$$

$$(X)^{(1)} = (X)^{(0)} + \Delta \partial f(X)^{(0)}$$

$$= \left(x_1^{(0)} + \Delta \frac{\partial f}{\partial x_1}; x_2^{(0)} + \Delta \frac{\partial f}{\partial x_2}; \dots; x_n^{(0)} + \Delta \frac{\partial f}{\partial x_n} \right)$$

- 3) Производится смещение из точки $X^{(0)}$ на шаг Δ в направлении градиента.
- 4) Вычисляем значение целевой функции в первой точке.
- 5) Сравниваем между собой первоначальное и полученное значения $f(X^{(0)})$ и $f(X^{(1)})$.

При сравнении возможны варианты:

- Если значение целевой функции, рассчитанной в новой точке строго больше значения целевой функции в нулевой точке, то снова считаем в точке $X^{(1)}$ градиент функции. Производим смещения с шагом Δ из точки $X^{(1)}$ в направлении полученного градиента. В общем виде формулу можно записать следующим образом:

$$(X)^{(k+1)} = (X)^{(k)} + \Delta \partial f(X)^{(k)} = \dots$$

- Если значение целевой функции во вновь рассчитанной точке строго меньше значения целевой функции в нулевой точке, то возможны варианты: (Введем обозначения – значение в целевой функции - $W^{(0)}$, $W^{(1)}$ и т.д.).

- 1) Если $W^{(0)} - W^{(1)} < \delta$, то вычисления прекращаются, а заданная точность вычисления достигнута.
- 2) Если $W^{(0)} - W^{(1)} > \delta$, то возвращаемся в $X^{(0)}$, уменьшаем шаг Δ и продолжаем вычисления с пункта 4.

В результате расчетов получаем ломаную линию, которая начинается в точке $X^{(0)}$ и заканчивается в точке локального максимума или минимума [2].

Чем меньше шаг Δ , тем больше уверенности, что не пропустим точку локального максимума или минимума. В своем примере возьмем

за шаг значение 0,1. Также задаем исходные данные: начальную точку, точность вычисления и шаг вычислений, отличный от нуля.

Приведенный выше алгоритм помогает решить задачу нахождения экстремума функции градиентным методом.

Список литературы

1. Гасников А.В., Современные численные методы оптимизации. Метод универсального градиентного спуска: учеб. пособие – М.: МФТИ, 2018.
2. Зайцева Т.С., Новицкая И.А., Усова Э.А., Хабаров В.И. Исследование операций и методы оптимизации: Метод. указ. и задания к практическим занятиям – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2007. – 54 с.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ НЕЛИ-НЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ МЕТОДОМ ФЛЕТЧЕРА-РИВСА НА ЯЗЫКЕ C#

Е.Д.Пахомова, А.Е. Мاستилин

**Сибирский государственный университет путей сообщения
MastilinAE@mail.ru**

В докладе представлена реализация WPF-приложения на языке C# на тему «Разработка программного решения задачи нелинейного программирования методом Флетчера-Ривса». Описана сущность метода, в контексте программы представлен алгоритм нахождения экстремума градиентным методом, а также его реализация и графическая интерпретация на примере квадратичной функции.

Ключевые слова: программа, C#, Visual Studio, градиент, антиградиент, градиентный метод, квадратичная функция, сопряженное направление, экстремум функции.

Метод сопряжённых градиентов — итерационный метод для безусловной оптимизации в многомерном пространстве. Основным достоинством метода является то, что он решает квадратичную задачу оптимизации за конечное число шагов. Данный метод отыскания безусловного экстремума сочетает в себе понятия градиента целевой функции и сопряженных направлений [1].

МСГ необходим для решения большеразмерных задач в силу малой требуемой памяти для хранения параметров метода. Целью данной

работы является разработка программного продукта по методу сопряженных градиентов для решения минимизации квадратичной функции.

Метод Флетчера-Ривса сходится, если начальная точка достаточно близка к требуемому минимуму.

Приведен алгоритм Флетчера-Ривса для минимизации функций общего вида (неквадратичных):

- Вычисляется антиградиент в произвольной точке $x(0)$.
- Осуществляется спуск в вычисленном направлении пока функция уменьшается, иными словами, поиск $a(i)$, который минимизирует.
- Переход в точку, найденную в предыдущем пункте.
- Вычисление антиградиента в этой точке.
- Чтобы осуществить рестарт алгоритма, то есть забыть последнее направление поиска и стартовать алгоритм заново в направлении скорейшего спуска, для формулы Флетчера-Ривса присваивается 0 через каждые $n + 1$ шагов.
- Вычисление нового сопряженного направления.
- Переход на пункт 2.

Из приведенного алгоритма следует, что на шаге 2 осуществляется одномерная минимизация функции.

Реализация программного продукта разработана в среде Visual Studio 2015 на языке программирования C#.

Выбор технологий был сделан на основе собственных предпочтений и знаний о данных языках программирования. При написании кода были использованы следующие технологии:

1. Xml
2. РНР

Метод сопряженных градиентов является методом первого порядка, в то же время скорость его сходимости является квадратичной. Этим данный метод выгодно отличается от обычных градиентных методов. При оптимизации функций общего вида, метод сопряженных направлений сходится в 4-5 раз быстрее метода наискорейшего спуска [2].

Список литературы

1. Гасников А.В., Современные численные методы оптимизации. Метод универсального градиентного спуска: учеб. пособие – М.: МФТИ, 2018.

2. Зайцева Т.С., Новицкая И.А., Усова Э.А., Хабаров В.И. Исследование операций и методы оптимизации: Метод. указ. и задания к практическим занятиям – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2007. – 54 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ХУКА-ДЖИВСА В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ НЕЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

А.Е. Поддымникова, Н.В. Баранова
Сибирский государственный университет путей сообщения
d_a_r_i_a@ngs.ru

Рассматривается решение задачи нелинейного программирования с помощью метода Хука-Дживса. Результатом исследования является написание программного обеспечения для решения задач нелинейного программирования с двумя переменными при двух ограничениях.

Ключевые слова: метод Хука-Дживса, нелинейное программирование, точка, программное обеспечение, оптимальное решение.

Научно-техническая революция стала толчком для преобразований в организационном управлении. Усложнение технологий и укрупнение производств привело к необходимости применять различные математические расчеты при решении вопросов управления. На сегодняшний день ситуация управления предприятием только усложнилась, ведь большинство принимаемых управленческих решений зависит от нескольких факторов. Поэтому можно поставить проблему в виде функции нескольких переменных и найти итоговое решение проблемы, т.е. экстремум заданной функции с помощью методов решения задач нелинейного программирования. Это и определяет актуальность данного исследования.

Цель исследования: создание программного обеспечения, которое бы могло решать задачи нелинейного программирования методом Хука-Дживса.

Задачи, решаемые в ходе работы:

— Анализ метода Хука-Дживса с математической точки зрения;

— Проецирование алгоритма и формул, использующихся в методе Хука-Дживса, на реально существующий язык программирования для физической реализации метода.

По сравнению с другими методами решения задач нелинейного программирования, метод Хука-Дживса относится к прямым методам, то есть опирается непосредственно на значения функции. Это свойство облегчает понимание у человека, пользующимся этим методом, а также упрощает множественные расчеты. Алгоритм метода делится на две фазы: исследующий поиск и поиск по образцу. На первом этапе вычисляется значение функции в точках, находящихся на расстоянии шага (h_i) от стартовой точки (точка 1), выбирается та, у которой значение минимально (точка 2). На этапе поиска по образцу откладывается новая точка (точка 3) в направлении от стартовой к полученной на первом этапе точке на том же расстоянии. В этой точке производится исследующий поиск без уменьшения длины шага.

После анализа весь алгоритм был преобразован в набор методов, которые стало легко запрограммировать. Разработка программного обеспечения происходила в среде Visual Studio 2015 на языке программирования C#. Данная среда позволила сделать оконное приложение, где можно ввести данные в пустые поля, считать эту информацию и произвести расчеты по заданному алгоритму внутри программы.

В результате проведенного исследования было разработано программное обеспечение для решения задачи нелинейного программирования методом Хука-Дживса для функции двух переменных при двух ограничениях. При решении задачи, программа отображает промежуточные результаты вычисления, в виде координат полученных новых точек, выводит итоговые значения параметров функции и итоговое оптимальное решение. На рисунке 1 представлен итог разработанного приложения.

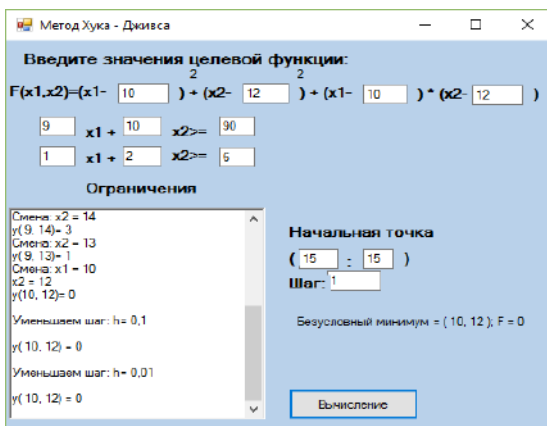


Рисунок 1 – Результат работы программного обеспечения

Список литературы

1. Экономико-математические методы и прикладные модели: Учеб. пособие для вузов/ В.В. Федосеев, А.Н. Гармаш, Д.М. Дайитбегов и др.; Под ред. В.В. Федосеева. — М.: ЮНИТИ, 1999. — 391с..
2. Пантелеев А.В. Методы оптимизации. Практический курс: Учеб. пособие с мультимедиа сопровождением / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. —М.: Логос, 2011. — 424 с.
3. Шилдт Герберт. C# 4.0: полное руководство: Пер. с англ. — М.: ООО "И.Д. Вильямс", 2011. — 1056 с.: ил.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СЕКЦИЯ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ

КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПРИ ЭЛЕКТРОАЛМАЗНОМ ШЛИФОВАНИИ ИЗНОСОСТОЙКОГО ПОКРЫТИЯ ПГ-10Н-01

А.Н. Андреев, Р.М. Кадырбаев, В.В. Янпольский
Новосибирский государственный технический университет,
г.Новосибирск, yanpolskiyv@mail.ru

В настоящей работе проведены исследования качества поверхностного слоя при электроалмазном шлифовании покрытия из самофлюсующегося порошка ПГ-10Н-01 (сплав системы Ni-Cr-B-Si)

Ключевые слова: покрытие ПГ-10Н-01, самофлюсующиеся сплавы на основе никеля, электроалмазное шлифование

Восстановление деталей машин в настоящее время является экономически целесообразным мероприятием, так как вторичное использование деталей после эксплуатационного срока службы является огромным резервом экономической составляющей всех машиностроительных производств. Известно, что восстановлению подвергаются, как правило, дорогостоящие, трудоемкие и металлоемкие детали. В источнике [1] установлено, что из общего количества изношенных деталей до 20-30 % может быть восстановлено. Изготавливать металлоемкую деталь целиком из износостойкого материала нецелесообразно, что связано с высокой стоимостью и трудностью обработки поверхности. Увеличить срок службы ответственных трудоемких и металлоемких деталей можно путем нанесения на их поверхность слоя или покрытия, обладающего высоким уровнем требуемых механических свойств. Для формирования покрытий, стойких к абразивному износу, используют различные материалы. Известно, что самофлюсующиеся сплавы системы Ni-Cr-Si-B, обладают комплексом высоких механических свойств. Существуют различные методы нанесения покрытий из самофлюсующихся сплавов, одним из которых является вакуумная электронно-лучевая наплавка. После процесса нанесения покрытия, необходима размерная обработка поверхности для достижения заданной формы и точности. Одним из возможных методов обработки материалов высокой твердости является электроалмазное шлифование

(Рисунок). Данный метод формообразования основан на совмещении электрохимического растворения обрабатываемого материала с его механическим резанием зернами алмазного круга [2]. Для эффективного применения данного метода требуется проведение комплексных исследований процесса обработки с целью установления взаимосвязей качества поверхностного слоя с режимными параметрами.

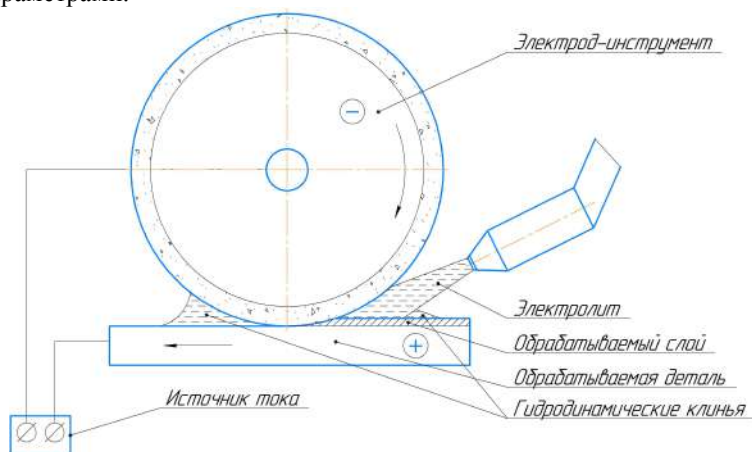


Рисунок – Схема электроалмазного шлифования (ЭАШ)

Оценка качества поверхностного слоя проводилась по параметру шероховатости. При проведении исследований, установлено, что при $s_{min} = 20$ мм/мин наблюдается значения шероховатости порядка $Ra = 4.65$ мкм, увеличение подачи до 60 мм/мин привело к снижению шероховатости до 3,25 мкм. Вероятно, снижение шероховатости обрабатываемой поверхности связано с уменьшением времени воздействия электрохимического растворения и увеличение доли механического съема материала.

Список литературы

1. Улашкин А.П. Восстановление деталей и узлов автомобиля: учеб. пособие. – Хабаровск: Изд-во Хабаровск. гос. техн. ун-та, 2002. – 205 с
2. Невский О.И. Электрохимическая размерная обработка металлов и сплавов. Проблемы теории и практики. Монография / О.И. Невский, В.М. Бурков, Е.П. Гришина, Е.Л. Гаврилова, А.В. Балмасов, А.В. Носков, М.Г. Донцов. - ГОУ ВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т. - Иваново. - 2006. - 282 с.

ПРИМЕНЕНИЕ КЛЕЕВЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ ВНЕШНЕГО АРМИРОВАНИЯ ИССО МОСТОВОГО ТИПА

А.В. Банул, М.В. Нечаева

Сибирский государственный университет путей сообщений
banul_av.76@mail.ru

В докладе рассмотрен вопрос о применении клеевых составов на основе эпоксидной смолы при усилении мостовых переходов, изучена технология внешнего армирования ИССО на примере пролетного строения №1 через реку Тарсьма, рассмотрены нормы по работе с веществами, содержащими эпоксидные смолы. В результате испытаний образцов клеев на определение скорости набора прочности при сдвиге и при отрыве было установлено минимальное время для набора связующими прочности.

Ключевые слова: композиционные материалы, армирование, внешнее армирование, клеевое соединение, клеевой состав, набор прочности, набор связующими прочности, метод склеивания

В настоящее время реконструкция и усиление сооружений требуют больших временных и финансовых затрат, поэтому на первый план выходят специальные современные материалы, которые позволяют производить работы без снижения интенсивности движения транспорта по мосту.

В основном применяются композитные материалы на основе углеволокна, а для их приклеивания к бетонной поверхности чаще всего используются эпоксидные клеевые составы, которые включают в себя два компонента. При смешивании они вступают в реакцию полимеризации.

Внешнее армирование (усиление) производится в несколько этапов: подготовка основания под наклейку (обработка праймером, устранение сколов и дефектов); раскрой ламелей и холстов; приготовление адгезива (компоненты смешиваются в соотношении, рекомендованном инструкцией поставщика); укладка и прикатка ламелей и холстов; нанесение защитного слоя [1].

В отличие от сварки и клепки, клеевое крепление распределяет статическое напряжение, динамическое воздействие равномерно [3]. После отверждения клеи демонстрируют эластичность, высокую сопротивляемость механическому воздействию, их можно применять в легких конструкциях.

В Новосибирской области существуют усиленные композиционными материалами, прикрепленными методом склеивания, конструкции. К ним относятся: пролётное строение № 3 моста через реку Карпысак, а также пролётное строение № 1 моста через реку Тарьсма [2].

В НИЛ «Мосты» СГУПСа было проведено исследование, целью которого являлось определение скорости набора связующими прочности при сдвиге. В качестве связующих использовались составы компании BASF MBrace Saturant, MBrace Laminate Adhesive.

По результатам испытаний установлено минимальное время твердения, равное 24 часам (Рисунок 1). Этого времени достаточно для набора прочности, необходимой для передачи напряжений с бетонного основания на элементы системы внешнего армирования.

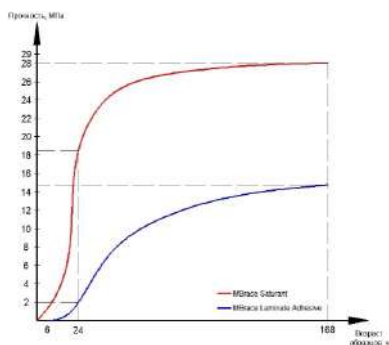


Рисунок 1 – Диаграмма набора связующими прочности при отрыве

Список литературы

1. Бокарев С.А., Кобелев К.В., Слепец В.А., Усиление железобетонных элементов мостов композиционными материалами без остановки движения// Интернет-журнал «Науковедение» 2014, № 5.
2. Неровных А.А., Усиление композиционными материалами железобетонных пролетных строений железнодорожных мостов, - Новосибирск, изд-во СГУПС, 2012.
3. Смердов Д.Н., К вопросу усиления железобетонных и бетонных элементов мостов. // «Современное состояние и инновации транспортного комплекса»: междунар. науч. – техн. конф. Пермь: ПГТУ, 2008. С. 30-31.
4. ГОСТ 10587-93. Смолы эпоксидно-диановые неотвержденные. Технические условия.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ РАСТВОРЕНИЕ СПЛАВА 82К3ХСР В 10% ВОДНОМ РАСТВОРЕ СУЛЬФАТА НАТРИЯ

Е.С. Барышева, П.Е. Мураткозиев, Н.П. Гаар
Новосибирский государственный технический университет,
gaar@corp.nstu.ru

Представлен результат экспериментального исследования анодного поведения аморфно-кристаллического сплава 82К3ХСР в 10% водном растворе сульфата натрия, полученного при помощи потенциостатического метода в диапазоне потенциалов от 0 до 13 В. Установлены диапазоны потенциалов активного и пассивного растворения материала в данном электролите.

Ключевые слова: электролит, сульфат натрия, аморфно-кристаллический сплав, анодное растворение

К новому классу материалов можно отнести сплавы, практически не имеющие кристаллического строения и получившие название аморфно-нанокристаллических, которые появились благодаря разработке высокоэффективных методов сверхскоростной закалки материала из жидкого состояния и последующей специфической термообработки. В настоящее время число металлических систем, полученных в таком состоянии, насчитывается уже более двухсот [1].

По своей природе аморфные сплавы являются магнитомягкими материалами, они чувствительны к воздействию на них температур и механических напряжений, что накладывает определенные требования к методам их обработки [2, 3]. По этой причине одним из вариантов может быть электрохимическая размерная обработка (ЭХРО).

В основе ЭХРО лежит явление анодного растворения металлов без непосредственного контакта инструмента и детали. Теоретически анодное растворение может протекать в электролитах различного состава, в том числе в неагрессивных электролитах — водных растворах нитрата натрия, сульфата натрия и др. Эти соли дешевы и относительно безвредны для оператора и оборудования при использовании их при ЭХРО [4]. Однако, на практике это не всегда так. Образующиеся на поверхности образца пленки различного химического состава, продукты реакции могут быть причиной ограничений процесса электрохимического растворения или вовсе отсутствие такового.

Для исследования был выбран материал - аморфно-нанокристаллический сплав 82К3ХСР, основой которого является кобальт. Исследование возможности электрохимического растворения

осуществлялось при помощи стандартной методики - потенциодинамического метода, применяемого при изучении анодного поведения материала в электрохимии. Эксперименты проводились при помощи потенциостата Elins P-20X и трехэлектродной электрохимической ячейки. Развертка осуществлялась от 0 до 13 В со скоростью 60 мВ/сек. В качестве электролита был выбран водный 10% раствор сульфата натрия.

Анализ полученной поляризационной кривой показал, что её можно разделить на три характерных участка. Первый участок располагается в диапазоне потенциалов от 0 до 1,5 В. На данном участке плотность тока равна нулю, а следовательно, отсутствует электрохимическое растворение материала. Второй участок, это участок активного растворения, он соответствует диапазону потенциалов от 1,5 В до 8 В и характеризуется ростом значения плотности тока с ростом потенциала от 0 до 53 А/см², соответственно. Третий участок находится в диапазоне от 8 В до 13В и характеризуется падением значения плотности тока с 53А/см² до 12 А/см² с ростом потенциала, что свидетельствует о пассивном растворении материала. Причиной пассивации может быть возникновение на поверхности образца пленок различной природы [4].

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Электрохимическое растворение аморфно-кристаллического сплава 82К3ХСР в 10% водном растворе Na₂SO₄ происходит как в стадии активного, так и пассивного растворения, о чем свидетельствуют кривая зависимости плотности тока от потенциала.

2. Образующаяся окисная плёнка на поверхности образца, является причиной пассивного растворения материала.

Список литературы

1. Аморфные металлические сплавы: пер. с англ. / под ред. Ф. Е. Любурского. М.: Металлургия, 1987. - 584 с.
2. Рахимьянов К.Х. Влияние температуры отжига на структуру и твердость аморфных и нанокристаллических сплавов // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – 2007. – № 2(35). – С. 14–17.
3. Рахимьянов Х. М., Рахимьянов К. Х. Влияние режимов обработки на производительность электроалмазного шлифования нанокристаллических и аморфных сплавов/ Научный вестник НГТУ, 2010. – № 1(38). – С. 99-109.
5. Мороз И.И. Электрохимическая обработка металлов. – М.: Машиностроение, 1969. – 208с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ ООО «ЗАВОД ЖБИ-12»

Н.С. Бобров, О.Е. Смирнова

Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин), brat12.10@ya.ru

В статье рассматривается методика снижения дефектности железобетонных изделий, разработанная в ходе исследования причин появления дефектов на железобетонных кольцах колодцев, с помощью простых статистических методов контроля качества на предприятии ООО «Завод ЖБИ-12», г. Новосибирск.

Ключевые слова: контроль качества, статистика, железобетон, дефекты

Постоянное улучшение качества – один из способов удержания прибыли производственных организаций, в котором они нуждаются в условиях экономического кризиса, роста цен на ресурсы, и постепенно снижающихся объёмов строительства.

ООО «Завод ЖБИ-12» – предприятие по выпуску широкого ассортимента железобетонных и вибропрессованных изделий, товарного бетона и строительных растворов. Расположено в г. Новосибирск. На заводе действует отдел технического контроля (ОТК) и лаборатория.

Чтобы определить наиболее значимые направления для улучшений системы управления качеством, была проведена её самооценка по ГОСТ Р ИСО 10014-2008 [1], которая показала, что оценка системы управления качеством предприятия не превышает двух баллов, то есть возможности для улучшений значимы по всем направлениям.

Предлагается разработать алгоритм оценки рисков качества и выработки на их основе управленческих решений. Наиболее подходящей в условиях производства видится методология применения простых статистических методов управления качеством.

В результате проведения исследования по поиску причин появления дефектов на железобетонных кольцах колодцев получен алгоритм оценки рисков, состоящий из восьми этапов.

1. Постановка задачи. В качестве изучаемой проблемы было частое появление дефектов на кольцах колодцев. Для её решения собиралась информация о частоте появления и видах дефектов на пяти марках колец колодцев.

2. **Сбор статистических данных.** Определяются требуемые показатели качества продукции и тип данных, которые нужно собрать. В результате разрабатывается контрольный лист для их регистрации.

3. **Обработка статистических данных** проводится путём их систематизации и наглядного представления, а также с помощью расчёта числовых характеристик. Инструментами являются график, гистограмма, диаграмма Парето, стратификация.

Из диаграммы Парето по видам дефектов колец колодцев следует, что 80% дефектов составляют трещины с наружной стороны и околы на рёбрах.

Для сравнения была рассчитана частота ремонта каждой марки изделий и расставлена в убывающем порядке. Судя по диаграмме, вероятности появления трещин, коррелируют с частотой ремонта, а больше всего дефектов появляется на кольцах КС 15.9.

4. **Идентификация рисков.** Специально созданная группа людей, используя обработанные статистические данные, в процессе обсуждения вырабатывает перечень возможных причин отклонений.

5. **Анализ рисков.** Перечень, полученный на этапе идентификации рисков, анализируется с целью понимания природы и источников рисков. Для этого строится диаграмма Исикавы.

6. **Разработка возможных действий по устранению проблемы.** По каждой возможной причине исследуемой проблемы необходимо разработать действия по её устранению. При этом следует учитывать уже существующие меры, для этого заполняется специальная таблица.

Этапы 7, 8. На этапах **согласования и реализации принятых решений** для требуемых действий рассчитывается примерная стоимость и составляется отчет для принятия управленческих решений руководством предприятия.

Применяя полученный алгоритм оценки рисков качества к другим проблемам, можно повышать уровня качества, снижать расходы и в целом развивать систему управления качеством на предприятии.

Список литературы:

1. Менеджмент организации. Руководящие указания по достижению экономического эффекта в системе менеджмента качества [Электронный ресурс]: ГОСТ Р ИСО 10014-2008. Введ. 2009-12-01. Режим доступа: Система «Техэксперт».

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ШИХТЫ ОБЛИЦОВОЧНОЙ ПЛИТКИ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ

К.А.Глазырина, Т.Е. Шоева

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), shoeva_geotom@mail.ru

Проведен подбор состава шихты для получения облицовочной плитки с использованием местного глинистого сырья и добавок методом математического планирования эксперимента.

Ключевые слова: облицовочная плитка, метод математического планирования эксперимента

Керамическая плитка – плоское, тонкостенное глазурованное или неглазурованное изделие, применяемое для наружной или внутренней облицовки стен или стеновых панелей, а также для настила полов [1].

Сибирский федеральный округ производит керамической плитки менее 0,1% [2]. В Новосибирской области отсутствуют предприятия по производству керамической плитки, поэтому развитие данной сферы является актуальным. Такая плитка будет относиться к низкоченовому сегменту рынка, т.к. будут уменьшены транспортные расходы за счет применения местного сырья и пользоваться спросом.

Керамическая плитка для внутренней облицовки стен, должна соответствовать физико-механическим показателям, в соответствии с ГОСТ 6141-1991 [3].

В условиях лаборатории кафедры СМСС были выполнены эксперименты по исследованию свойств глинистого сырья, подбору состава и технологических параметров шихты в соответствии с ГОСТ 21216-2012 [4].

В качестве основного глинистого сырья в работе используются глины Каменского и Обского месторождений. Глинистое сырье Каменского месторождения относится к грубодисперсным пылеватым суглинкам, Обского месторождения – к тонкодисперсной пылеватой глине.

В качестве корректирующих добавок были выбраны волластонит (компания Технохим), стеклянный листовой бой, мел (мтд-2 Белгородского месторождения).

Оптимизация состава шихты была проведена с использованием метода математического моделирования. Факторы, выбранные для эксперимента, представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Математическое планирование

Обозначение фактора	Вид фактора	"-"	"+"
x1	молотое стекло, %	0	10
x2	волластонит, %	0	15
x3	мел, %	0	6
x4	t обж, °C	950	1050

В результате была получена математическая модель следующего вида:

$$\begin{aligned}
 Y = & 16,924 - 0,104x_1 + 0,222x_2 - 1,003x_3 + 0,154x_4 - 0,257x_1x_2 \\
 & + 0,161x_1x_3 - 0,191x_1x_4 - 0,089x_2x_3 + 0,175x_2x_4 \\
 & + 0,281x_3x_4 - 0,208x_1x_2x_3 + 0,051x_1x_2x_4 \\
 & + 0,277x_1x_3x_4 - 0,047x_2x_3x_4 + 0,004x_1x_2x_3x_4
 \end{aligned}$$

Выводы по математической модели:

- при одиночном использовании фактора 1 и 3, снижаются физико-химические свойства шихты;
- если использовать 2 и 4 фактор без факторов 1 и 3, можно добиться положительного влияния на физико-химические свойства;
- при сочетании факторов 1-3, 2-4, 3-4 наблюдается положительное влияние на свойства шихты;
- когда используются все факторы (1,2,3,4) наблюдается незначительное улучшение характеристик, это может сказаться увеличением стоимости сырьевых ресурсов.
- оптимальными составами шихты являются номера 2 и 5.

Состав 2: Стекланный бой-10%, Волластонит - 0 % Мел – 6% и температура обжига 1050°C;

Состав 5: Стекланный бой - 10%, Волластонит - 15 % Мел – 0% и температура обжига 1050°C

Список литературы

1. Кучерова, Э.А. Проектирование предприятий по производству керамических плиток: учебное пособие / Э.А. Кучерова, Л.Н. Тацки.– Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2008.– 148 с.
2. Анализ рынка керамической плитки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vira.ru>.
3. ГОСТ 6141–1991. Плитки керамические глазурованные для внутренней облицовки стен. Технические условия.– Введ.1991-07-01.– М.: Издательство стандартов, 2002.– 14 с.
4. ГОСТ 21216-2014. Сырье глинистое. Методы испытаний. – Введ.2015-04-06.– М.: Издательство стандартов, 2015.– 40 с.

ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНЫХ ВЯЖУЩИХ

А.В. Голдаева, С.А. Шахов

Сибирский государственный университет путей сообщения,
goldaeva250898@gmail.com

В работе изучается влияние минеральных добавок на диэлектрические характеристики гидравлических вяжущих в процессе их твердения и набора прочности. Установлен характер влияния минеральных добавок на изменение показателя добротности портландцементного вяжущего в процессе схватывания.

Ключевые слова: добротность, тангенс угла диэлектрических потерь, вяжущие

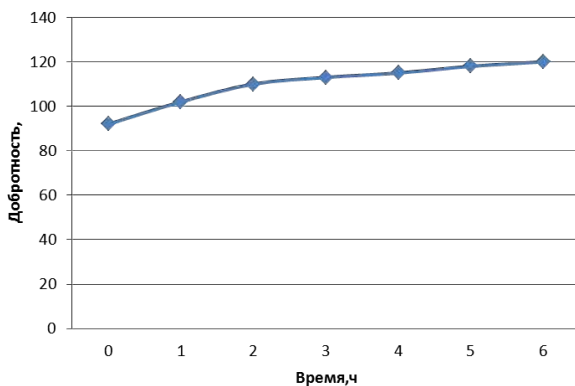
В настоящее время дисперсные минеральные добавки широко используются в строительстве для модификации строительных материалов, реализации потенциальных возможностей неорганических веществ и обеспечения сокращения расхода дорогостоящих вяжущих веществ. К числу наиболее эффективных добавок относят волластонит, известняк, диабаз и другие. Эффективность действия минеральных добавок в основном определяются тремя параметрами: составом, количеством и дисперсностью. Диэлькометрия – метод исследования структуры и свойств веществ путём определения их диэлектрических свойств - диэлектрической проницаемости ϵ и тангенса угла диэлектрических потерь $\operatorname{tg}\delta$.

При изменении состава диэлектрика или строения его молекул изменяются его диэлектрические свойства. Вода является важнейшим компонентом, участвующим в процессе гидратационного твердения цемента. При взаимодействии воды с портландцементом вода переходит из свободного состояния ($\epsilon=80$) в связанное состояние в составе гидросиликатов и гидроалюминатов ($\epsilon=4$).

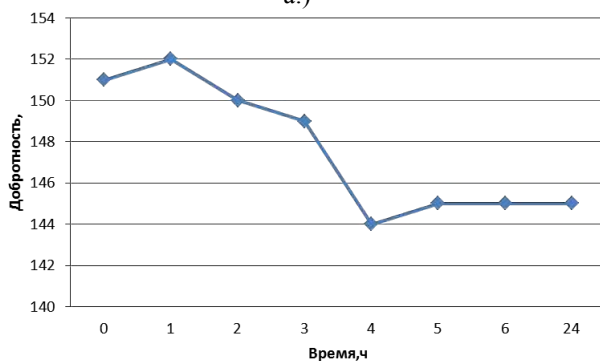
Целью данного исследования является изучение влияния минеральных добавок на диэлектрические свойства цементных вяжущих.

Определение диэлектрических свойств проводилось на измерителе добротности, который представлен на слайде. При частоте 1МГц в течение 6 часов. Измерительная установка состоит из измерителя добротности Е9-4 и ячейки, ко дну которой подведены электроды (1). Ячейка выполнена в виде цилиндра из полиэтилена диаметром 100 мм,

закрытый полиэтиленовой крышкой. Ячейка заполнена исследуемым материалом.



а.)



б.)

Рисунок 1 – Кривые изменения добротности: а – портландцемент; б – портландцемент с минеральной добавкой

При введении минеральной добавки в портландцемент наблюдается снижение добротности вяжущего в процессе твердения (рисунок 1), что может быть связано с изменением соотношения свободной и связанной воды.

Список литературы

1. Ш.Б. Надь. Диэлектromетрия. - М.: "Энергия", 1976 - 200 с.
2. Ахадов Я. Ю. Диэлектрические свойства бинарных растворов М.: Издательство "Наука", 1977 - 400 с.

ОСОБЕННОСТИ ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Д.А.Григорьев, А.Х. Рахимьянов

Новосибирский государственный технический университет,
centerfht@mail.ru

В данной работе были рассмотрены особенности лазерного раскроя низкоуглеродистой стали Ст3 толщиной 10 мм на режимах, рекомендуемых производителем данного оборудования. Так же изучено влияние давления вспомогательного газа, на точность и качество поверхности реза.

Ключевые слова: лазерный раскрой, CO₂-лазеры, газодинамика в канале реза, точность и качество поверхности реза

Лазерный раскрой листового металла достаточно распространенный способ обработки металлов в заготовительном производстве. Однако, при раскрое листового материала толщиной более 6 мм, возникают определенные особенности в обработке.

Целью данного исследования является оптимизация режимов раскроя низкоуглеродистой стали Ст3, S=10 мм, ГОСТ 380-2005.

Экспериментальные исследования проводились на установке лазерной резки Mazak Hyper Gear 510 Champion 4кВт. Технические характеристики:

- тип лазера: CO₂-лазер;
- длина волны: 10.6 мкм;
- пределы выходной мощности 800-4000 Вт;
- выходная устойчивость: $\pm 2\%$;
- режим работы луча: основной компонент – TEM₀₀;
- лазерный газ: He: N₂: CO₂ = 74.9%: 23.4 $\pm$ 1.0% : 1.7 $\pm$ 0.2%;
- режущая головка: с линзой с фокусным расстоянием 7.5 дюймов;
- давление сопутствующих газов: от 0,05 до 0,6 МПа.

Для обработки данного вида материала производитель оборудования рекомендует следующие режимы обработки:

- выходная мощность: 2500 Вт;
- частота импульса 800 Гц;
- коэффициент производительности импульса 90 %;
- скорость подачи F=800 м/мин;
- давление вспомогательного газа 0,1 МПа.

На рисунке 1 показаны внешний вид поверхности реза (а), вид образца после раскроя сверху (б) и вид образца после раскроя снизу (в).

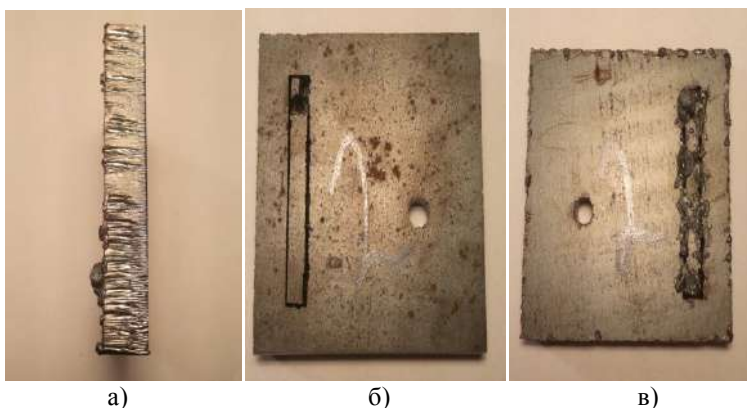


Рисунок 1 - Внешний вид образца после обработки:
а) поверхность реза; б) вид сверху; в) вид снизу

Внешний вид образцов свидетельствует о неудовлетворительном качестве лазерного раскроя. Вероятнее всего, это объясняется низким давлением вспомогательного газа (в данном случае кислорода), вследствие чего газодинамика в канале реза была недостаточна для обеспечения полного удаления расплавленного металла из зоны обработки. Об этом свидетельствуют следы течения расплавленного металла в виде бороздок на поверхности реза (рисунок 1, а), а также образовавшийся грат на нижней кромке реза (рисунок 1, в).

Дальнейшие исследования будут направлены на оптимизацию давления вспомогательного газа с целью обеспечения точности и качества обработки.

Список литературы

1. Григорьянц А.Г., Соколов А.А. Лазерная резка металлов: Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1988. –127с.
2. В. И. Данилов, Л. Б. Зуев, Н. И. Кузнецова, А. Н. Малов, А. М. Оришич, В. М. Фомин, В. Б. Шулятьев. Особенности лазерной резки листовой стали и мониторинг качества образцов после лазерного воздействия. Прикладная механика и техническая физика. 2006. Т. 47, №4.

АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ ARMCO – ЖЕЛЕЗА В 15% ВОДНОМ РАСТВОРЕ ХЛОРИДА НАТРИЯ В УСЛОВИЯХ ЛАЗЕРНОЙ АКТИВАЦИИ ПРОЦЕССА В НЕПРЕРЫВНОМ РЕЖИМЕ

С.А. Давыдова, Н.П. Гаар

**Новосибирский государственный технический университет,
gaar@corp.nstu.ru**

В работе представлено экспериментальное исследование анодного поведения ARMCO-железа в диапазоне потенциалов от 0 до 5 В в 15% водном растворе хлорида натрия при наложении в зону обработки лазерного излучения с длиной волны 1,06 мкм в непрерывном режиме. Установлено, что во всем исследуемом диапазоне потенциалов при использовании лазерного излучения происходит активное растворение материала.

Ключевые слова: ARMCO – железо, анодное поведение, хлорид натрия, непрерывное излучение

Электрохимическая обработка применяется для формообразования деталей, выполненных из токопроводящих материалов, за счет анодного растворения материала [1].

При наложении лазерного излучения в зону обработки в процессе электрохимического растворения происходит увеличение скорости последнего в 15-20 раз за счет возможности различных механизмов активации процесса, например, фотоактивации, гидравлического удара, создания интенсивного перемешивания электролита и т.д. [2]. При активации процесса многокомпонентных сплавов не всегда удается понять: воздействие на какой компонент идет при использовании лазерного излучения определенной длины волны и ее параметров (использования импульсного или непрерывного режима, плотности мощности). По этой причине исследование однокомпонентных сплавов является важной задачей для понимания происходящих при лазерной активации процессов.

В качестве исследуемого материала было использовано ARMCO – железо, в котором содержание железа ~ 98,9%. Исследование анодного поведения материала проводилось при помощи установки, в которую входит: трехэлектродная электрохимическая ячейка, потенциостат – гальваностат IPC Pro M, лазер с перенастраиваемой длиной волны и персональный компьютер [3]. Эксперименты проводились с использованием длины волны 1,06 мкм в непрерывном режиме в 15%

водном растворе хлорида натрия с разверткой потенциала от 0 до 5 В со скоростью 60 мВ/сек.

Анализ полученных поляризационных кривых показал, что в отличие от анодного растворения материала в стационарных условиях (без наложения лазерного излучения), когда наблюдались как участки активного растворения, так и пассивации, растворение железа при наложении лазерного излучения происходит во всем диапазоне потенциалов от 0 до 5 В. Это свидетельствует о том, что использование лазерного излучения приводит к снятию пассивационных ограничений.

Список литературы

1. Мороз, И. И. Электрохимическая обработка металлов/ И. И. Мороз. – М.: Машиностроение, 1969. – 208 с.
2. Гаар Н.П. Электрохимическая обработка нержавеющей стали 12Х18Н9Т в условиях лазерного воздействия: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Новосибирск: НГТУ, 2010 г. - 20с.
3. Установка для исследования материалов в условиях лазерно-электрохимической обработки комбинированным излучением / Н. П. Гаар, А. И. Журавлев, Б. А. Красильников, Х. М. Рахимьянов, А. А. Локтионов // Обработка металлов: технология, оборудование, инструменты. - 2012. - № 3 (56). - С. 30-32.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ ЭНЕРГИИ СЖАТОГО ГАЗА В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКА ВТОРИЧНОЙ ЭНЕРГИИ

С.Р. Дасаев, Е.Г. Порсев

**Новосибирский государственный технический университет,
porseve@ngs.ru**

Рассмотрена возможность выработки электрической энергии в газораспределительных станциях, за счет использования потенциальной энергии перепада давления природного газа при редукции.

Ключевые слова: детандер-генераторная установка, редукция давления, газораспределение, адиабатическое расширение

По данным статистического ежегодника мировой энергетики по состоянию на 2011 год, Российская Федерация занимала двадцать восьмое место по энергопотреблению. По состоянию на 2017 год,

Российская Федерация занимает четвертое место по энергопотреблению. Вместе с этим Россия занимает двенадцатое место по рациональному энергопотреблению (Рисунок 1) [1].

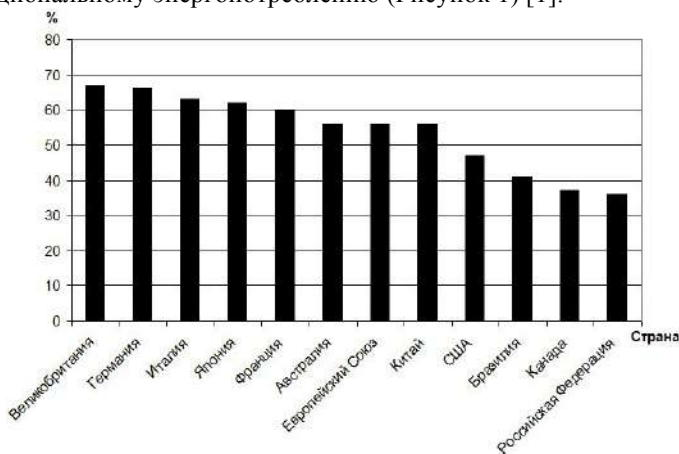


Рисунок 1 – Рациональное энергопотребление крупнейших экономик мира

В существующих системах газораспределения снижение давления газа происходит в редукторах. При снижении давления газа посредством дросселирования энергия избыточного давления газа безвозвратно теряется, поэтому необходимо внедрение энергосберегающей технологии.

Редукция давления может производиться разными способами. В таблице 1 приведены данные затрат энергии при различных способах расширения воздуха [2].

Таблица 1 - Затраты энергии при различных способах расширения воздуха

Способы расширения воздуха	Показатель расхода энергии по сравнению с идеальным адиабатическим расширением
Адиабатический	1
В детандере при адиабатическом КПД=0,8	1,4
В вихревой цилиндрической трубе без отвода тепла горячей составляющей	13,4
Дросселированием	28,9

Из таблицы 1 видно, что для понижения давления газа по затратам энергии целесообразно применять детандеры. Детандерами называются машины, в которых энергия, освобождающаяся при расширении газа, превращается в механическую работу с одновременным понижением температуры рабочего газа [3].

Рабочая гипотеза основана на том, что применение детандер-генераторных агрегатов (ДГА) позволит увеличить энергоэффективность системы редуцирования газа за счет более эффективного преобразования энергии перепада давления.

Применение детандер-генераторных установок позволит не только использовать энергию перепада давления в качестве источника вторичных энергоресурсов, но и обеспечит снижение уровня вредных выбросов в атмосферу.

Список литературы

1. Статистический Ежегодник мировой энергетики 2017 [Электронный ресурс] / Enerdata – Электрон. дан. - [2017]. – Режим доступа: <https://yearbook.enerdata.ru>, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 26.04.2018).
2. Нестеренко А.В. Основы термодинамических расчетов вентиляции и кондиционирования воздуха. Учебное пособие. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1971. - 460 с.
3. Киселев И.Г., Буянов А.Б. Нагнетатели и тепловые двигатели железнодорожного транспорта: Учебник для студентов вузов ж.-д. транспорта. - М.: Маршрут, 2006. - 331 с.

ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АНОДНОГО РАСТВОРЕНИЯ СПЛАВА VK8

С.В. Джавадова, Х.М. Рахимьянов, С.И. Василевская
Новосибирский государственный технический университет,
x.rakhimyanov@corp.nstu.ru

Изучено анодное поведение твердого сплава VK8 в 5% водном растворе хлористого натрия потенциодинамическим и потенциостатическим методами. Проведен анализ результатов экспериментальных исследований, который выявил, что к процессу торможения приводит образование на поверхности обрабатываемого материала окисной пленки.

Ключевые слова: твердый сплав ВК8, потенциодинамический потенциостатический методы, хлористый натрий, анодное поведение

В течение последних лет существует задача, связанная с обработкой деталей малых размеров в труднообрабатываемых материалах, таких как твердые и жаропрочные, нанокристаллические, цветные и другие сплавы. Наибольшее применение таких материалов осуществляется в машиностроении, приборостроении, аэрокосмической и авиационной промышленности и других отраслях.

Обработка таких материалов механическим резанием затруднительна, а порой и не возможна из – за ряда физических свойств материалов, а также при получении поверхностей малых размеров. По этой причине применяются электрофизические методы, в том числе и электрохимическая размерная обработка [1 - 2]. Однако, даже при электрохимическом растворении материалов существуют проблемы, связанные с низкой производительностью.

Экспериментальные исследования проводились на образцах из твердого сплава марки ВК8 ГОСТ 3882-74. Площадь образца составляла 2 мм². В исследованиях использовался 5% водный раствор хлористого натрия. Исследования анодного поведения обрабатываемого материала проводились потенциодинамическим и потенциостатическим методами.

Результаты анодного поведения твердого сплава ВК8 в 5% водном растворе хлористого натрия представлены на рисунке 1. Полученные данные свидетельствуют о том, что в областях потенциалов от 1,5 В до 2,5 В и от 3,5 В до 6 В происходит пассивация процесса. Это связано с образованием на поверхности обрабатываемого материала окисной пленки, что приводит к снижению плотности тока. Активное растворение наблюдается в диапазонах потенциалов от 0 В до 1,5 В и от 3 В до 3,5 В. Участок вторичной активации наблюдается в диапазоне потенциалов от 6 В до 8 В.

Данный факт подтверждается в исследовании анодного поведения материала потенциостатическим методом. Анодное растворение данного сплава осуществлялось при фиксированных значениях потенциалов $\varphi = 2$ В, $\varphi = 4$ В, $\varphi = 6$ В, $\varphi = 8$ В (рисунок 2).

Результаты исследований (рисунок 2) показали, что в начальный момент времени во всех значениях потенциала происходит активное растворение. С течением времени происходит падение плотности тока, что подтверждает образование на поверхности окисной пленки.

Отмечено, что увеличение потенциала приводит к увеличению плотности тока, а, следовательно, к увеличению скорости обработки.

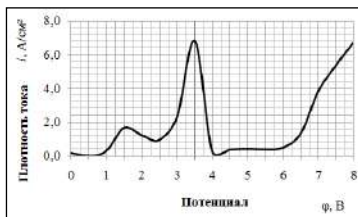


Рисунок 1 - Поляризационные кривые анодного поведения твердого сплава ВК8 в 5% водном растворе хлористого натрия при потенциодинамическом методе

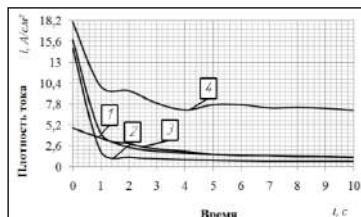


Рисунок 2 - Поляризационные кривые анодного поведения твердого сплава ВК8 в 5% водном растворе хлористого натрия при потенциостатическом методе: 1 - 2 В, 2 - 4 В, 3 - 6 В, 4 - 8 В.

В результате экспериментальных исследований было доказано, что окисная пленка приводит к торможению процесса анодного растворения твердого сплава. Таким образом, необходимо процесс анодного растворения материала проводить с постоянным обновлением поверхности.

Список литературы

1. Мороз И.И. Электрохимическая размерная обработка металлов. – М.: «Машиностроение», 2009. – 279 с.
2. Черепанов Ю.П., Самецкий Б.И. Электрохимическая обработка в машиностроении. – М.: «Машиностроение», 1972. – 117 с.

ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ, ПОЛУЧАЕМЫХ МЕТОДОМ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Е.Е. Иванкова, Ю.С. Семенова

**Новосибирский государственный технический университет,
porseve@ngs.ru, yu.semenova@corp.nstu.ru**

Проведен анализ особенностей изготовления отливок из алюминиевых сплавов, получаемых методом литья под давлением. Рассмотрены режимы заливки металла, позволяющие получить качественные отливки.

Ключевые слова: алюминиевые сплавы, литье под давлением, дефекты литья, режимы литья под давлением

Сплавы из алюминия широко применяются для производства отливок, получаемых методом литья под давлением. Это связано с тем, что алюминиевые сплавы имеют высокую жидкотекучесть, позволяющую оформлять литье деталей практически любой сложности. Но как и в отливках из других литейных сплавов, в алюминиевых отливках возникают дефекты. Так, при механической обработке алюминиевой отливки типа рамка, изготовленной методом литья под давлением, вскрылись внутренние дефекты, которые недопустимы в изделии (Рисунок 1). Кроме того, на части заготовок обнаруживались недоливы, размеры которых, количество, их взаимное расположение превышают допустимые значения, регламентируемые технической документацией.

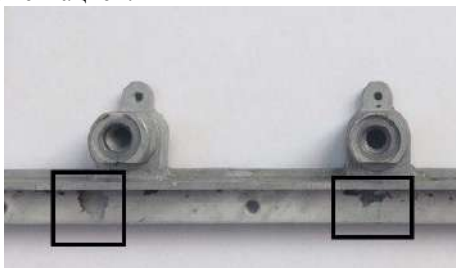


Рисунок 1 – Литейные дефекты

Бездефектное литье алюминиевых сплавов обладает рядом особенностей, которые рассмотрены в данной работе [1].

Одним из путей решения проблемы устранения дефектов при литье алюминиевых сплавов является правильная подготовка сплава к заливке в форму. Для исключения возможности возникновения газовой пористости и в целях очищения от неметаллических включений сплав необходимо рафинировать. Рафинирование производят веществами на основе хлора. Для литейных алюминиевых сплавов наиболее часто применяют таблетки «Дегазер».

На качество отливки существенное влияние оказывает также температура пресс-форм. При холодной форме отливки получаются с не качественной поверхностью и с большим количеством газовых пор. Заливка же в перегретую форму снижает механические свойства, ведет к привариванию металла к стенкам пресс-форм. Температура пресс-формы перед заливкой задается с учетом состава заливаемого сплава, конфигурации отливки, толщины ее стенки, а также других факторов.

При литье алюминиевых сплавов температура пресс-формы должна составлять 180 – 250 °С. Перед началом, а также в процессе работы поверхности формы, соприкасающиеся непосредственно с жидким металлом, покрывают смазкой, которая предохраняет форму от приваривания металла, повышает ее стойкость, улучшает качество поверхности отливки и уменьшает усилия при удалении отливки из пресс-формы.

Для алюминиевых сплавов рекомендуется использовать температуру заливки равную 650-680°С. При заполнении пресс-форм значительно перегретым расплавом последний может проникнуть в вентиляционные каналы пресс-формы и закупорить их, что приведет к увеличению газовой пористости в отливках, а в некоторых случаях к браку по не заполнению формы. Превышение температуры расплава приводит к увеличению объема усадочных пор в отливке.

Таким образом, качество получаемых отливок из алюминиевых сплавов обеспечивается соблюдением температурного режима, применением специальных средств, предотвращающих газообразование при застывании отливок, а также за счет предварительной подготовки пресс-форм, включающих смазывание и подогрев.

Список литературы:

1. Справочник литейщика. Фасонное литье из алюминиевых и магниевых сплавов/ Колобнев И.Ф., В.В. Крымов, А.П. Полянский/ Машиностроение, М. 1957. – 482 с.
2. Анализ проблемы образования газовых раковин в условиях завода ЗАО «Автосельхознаб» / Горбатенко Н.Ю., Короченков В.И.// Инновации в технологиях и образовании Сборник статей участников VIII Международной научно-практической конференции: в 5 частях. 2015. – С. 96-99.

РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА RA0306-02 С ЧПУ

А.Ю. Кралькина, О.В. Нос

**Новосибирский государственный технический университет,
nos@corp.nstu.ru**

Современное металлообрабатывающее оборудование находит широкое применение не только в машиностроительной индустрии, но и в других отраслях промышленности. Данный доклад посвящен

рассмотрению станка RA0306-02 с ЧПУ, а так же созданию для него в приложении MACH3 управляющей программы для фрезерования.

Ключевые слова: управляющая программа, фрезерная обработка, станок с ЧПУ

Вертикально-фрезерный станок портального типа RA0306-02 с числовым программным управлением (ЧПУ), внешний вид которого представлен на рисунке 1, предназначен для 2D/3D обработки заготовок из дерева, пластика, текстолита, цветных металлов [1].



Рисунок 1 – Внешний вид станка RA0306-02

Благодаря обширному спектру выполняемых операций, таких как фрезерование, сверление, гравировка и резка, а также малым массогабаритным показателям, данное технологическое оборудование может использоваться при производстве рекламной продукции, в ювелирном деле, полиграфии и т.д.

Управление процессами резания осуществляется от персонального компьютера с установленным программным приложением MACH3, на базе которого построена полнофункциональная станция ЧПУ, обеспечивающая:

- импорт DXF, BMP, JPG, и HPGL файлов;
- генерирование G-кодов с последующей их графической визуализацией;
- изменение частоты вращения шпинделя и многоуровневое релейное регулирование и т.д.



Рисунок 2 – Интерфейс MACH3

В качестве примера практического использования MACH3 ниже приведена управляющая программа для фрезерования круга, при разработке которой в качестве исходных данных выступают [2]:

- направление контура обхода против часовой стрелки;
- диаметр окружности 160;
- безопасная высота перемещений по координате Z – 0,5;
- общая глубина фрезерования – 2;
- рабочие подачи режущего инструмента по осям – 60.

Тело программы:

O0001 (Krug) (Номер программы (O0001) и её название (Krug))

G00 Z0.5 (поднятие инструмента на безопасную высоту)

G00 X-80 Y0 (перемещение инструмента к точке начала фрезерования)

G01 Z-2 F60 (опускание инструмента на необходимую глубину фрезерования)

G02 I10 F80 (фрезерование круга)

G00 Z0.5 (поднятие инструмента на безопасную высоту)

G00 X0 Y0 (перемещение инструмента на исходную точку)

M30 (конец управляющей программы)

В данном докладе, на примере фрезерования по контуру окружности, рассмотрена процедура создания управляющей программы для портального станка RA0306-02 с ЧПУ в среде MACH3, которая позволяет реализовывать высокопроизводительную обработку деталей резанием различной конфигурации и сложности.

Список литературы

1. Паспорт фрезерного станка с ЧПУ RA0306-02.
2. Mach3 CNC Controller Software Installation and Configuration, 2008 – 106 с.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ И РОЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА КАК ИНСТРУМЕНТ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

М.Д. Кузнецов, В.Ю. Добрынин, Г.А. Сырецкий
Новосибирский государственный технический университет,
sga-2002@mail.ru

В докладе обсуждаются различные генетические алгоритмы и роевой вычислительный интеллект для решения оптимизационных

задач обработки материалов различными методами. Представлены результаты исследования и анализа инновационной целесообразности их использования.

Ключевые слова: генетический алгоритм, роевой вычислительный интеллект, режим резания, система управления технологическим оборудованием

В области машиностроения существует ряд проблем, актуальность решения которых постоянно востребована. Среди них, поиск и выбор оптимальных режимов обработки материалов различными методами и их поддержка на различном технологическом оборудовании, в том числе и обрабатывающих центрах с современными системами ЧПУ.

Процесс обработки материалов описывается набором различных технологических параметров, характеризующих как формообразование, так и среду рабочей зоны. В зависимости от обстоятельств его описание возможно различными способами: эмпирически полученными формулами и результатами измерений, фиксируемыми как в процессе обработки, так и после его завершения. Режимы обработки материалов, прежде всего механической обработки металлов [1], выбираются часто на основе эмпирических формул, величины в которых содержат показатели дробных степеней, например, определения шероховатости, вычисления скорости резания, силы и крутящего момента. В докладе приводятся и обсуждаются зависимости, используемые для выбора режимов некоторых видов механообработки, формирования параметров систем управления технологическим оборудованием и задающих управляющих воздействий. Такие зависимости есть функции от множества аргументов, посредством которых описывается многомерное пространство с локальными и глобальными экстремумами. В подобной ситуации поиск оптимальных решений производится как минимум в два этапа: нахождение области экстремума и уточнение положения экстремума. Как показано в докладе, для первого этапа приемлемы методы вычислительного интеллекта, в их числе генетические и роевые алгоритмы вычислительного интеллекта [2, 3]. На втором этапе применимы традиционные методы оптимизации. Некоторые из них затрагиваются в докладе.

Анализ полученных результатов моделирования процессов поиска оптимальных режимов обработки и формирования параметров систем управления технологического оборудования свидетельствует о том, что с помощью рассмотренных алгоритмов вычислительного интеллекта часто удается получить лучшие показатели, нежели по

традиционным методикам, слабо пригодным для высокоскоростной обработки материалов.

На взгляд авторов доклада, сформированные в ходе работы инновационные модели и результаты исследований могут быть полезны для использования как в производственных условиях, так и в учебном процессе

Список литературы:

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т./ под ред.: А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. — 496 с.
2. Сырецкий Г.А. Искусственный интеллект и основы теории интеллектуального управления: лабораторный практикум – Ч. 2: Нейросетевые системы. Генетический алгоритм/ Г.А. Сырецкий – Новосибирск: Изд - во НГТУ, 2017. – 92 с.
3. Сырецкий Г.А. Моделирование систем: учебное пособие – Ч. 3.: Вычислительный интеллект. Автоматизация. Управление / Г.А. Сырецкий– Новосибирск: Изд - во НГТУ, 2011. – 94 с.

АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ АМОРФНО-НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО СПЛАВА 5БДСР В 10% ВОДНЫХ РАСТВОРАХ СУЛЬФАТА И ХЛОРИДА НАТРИЯ

П.Е. Мураткозиев, Е.С. Барышева, М.В. Иванова
Новосибирский государственный технический университет
gaar@corp.nstu.ru

Проведены поляризационные исследования возможности растворения аморфно-нанокристаллического сплава в растворах нейтральных солей сульфата и хлорида натрия. Исследования проводились на потенциостате Elins P-20X в диапазоне от 0 до 12 В и концентрацией растворов 10%. В ходе исследований были установлены зоны активного и пассивного растворения материала в заданном диапазоне потенциалов

Ключевые слова: аморфно-нанокристаллический сплав, поляризационные исследования, растворы нейтральных солей, окисные пленки

Исследуемый аморфно-нанокристаллический сплав 5БДСР применяется в качестве магнитопровода для обмотки трансформаторов и электромагнитов и обладает уникальными свойствами [1]. Данный

сплав выпускается Ашинским металлургическим заводом в виде ленты шириной 10 мм и толщиной 25 мкм.

Поскольку исследуемый сплав обладает высокой твердостью, хрупкостью и чувствительностью к нагреву, то традиционные методы обработки механическим резанием не применимы для изготовления изделий из данного сплава. Одним из перспективных методов обработки данного сплава является электрохимическая обработка (ЭХО), метод основанный на анодном растворении обрабатываемого материала в токопроводящей среде [2].

Для определения возможности электрохимического растворения исследуемого сплава использовался потенциодинамический метод, основывающийся на регистрации значений тока на аноде при развертке потенциала. Для проведения исследований использовался потенциостат-гальваностат Elins P-20X, подключенный к персональному компьютеру и трехэлектродной электрохимической ячейки с платиновым электродом сравнения. Развертка потенциала осуществлялась в диапазоне от 0 до 12 В со скоростью 100мВ/с. Величина зазора между электродом сравнения и анодом образцом составляла 0,1 мм.

Часть ленты исследуемого сплава для возможности размещения в электрохимической ячейке заливалась вертикально в цилиндрическую оправку с помощью эпоксидной смолы ЭДП-2. Рабочий торец образца выравнивался и очищался от продуктов реакции на наждачной бумаге, затем обезжиривался перед каждым новым опытом.

Водные растворы нейтральных солей Na_2SO_4 и NaCl , с концентрацией 10% были выбраны в качестве электролитов, так как они широко применяются в качестве электролитов для электрохимической обработки материалов на основе железа.

Анализ полученных поляризационных кривых растворения сплава 5БДСР в водном растворе Na_2SO_4 позволил выделить стадии активного и пассивного растворения материала: в диапазоне от 2,5 до 6,5 В наблюдается активное растворение материала, в диапазоне от 6,5 до 12 В наблюдается пассивное растворение материала.

Растворение 5БДСР в водном растворе NaCl так же характеризуется стадиями активного и пассивного растворения материала: в диапазоне от 2 до 9 В и от 11 до 12 В наблюдается активное растворение материала, в диапазоне от 9 до 11 В наблюдается пассивное растворение материала.

Таким образом, возможность электрохимического растворения аморфно-нанокристаллического сплава 5БДСР в 10% растворах солей Na_2SO_4 и NaCl подтверждена потенциодинамическими

исследованиями. Растворение происходит как в активном, так и в пассивном состоянии. Предположительно причиной пассивации металла является образование поверхностных оксидных пленок.

Список литературы

1. Гойхенберг Ю.Н. Структура и магнитные свойства аморфных сплавов в зависимости от степени кристаллизации/ Ю.Н. Гойхенберг, В.Е. Рошин, С.И. Ильин //Вестник ЮУрГУ, - 2011. - № 14 - С.24-28.
2. Рахимьянов Х.М. Современные электрофизические технологии в машиностроении // Инновации в машиностроении (ИнМаш - 2017): сборник трудов VIII Международной научно-практической конференции, 28-30 сент. 2017 г. – Новосибирск, 2017. – С. 266-277.

ПЕРСПЕКТИВЫ ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКОГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ЕЕ КОНДИЦИОНИРОВАНИИ

В.Н. Никандров, Е.Г. Порсев

**Новосибирский государственный технический университет,
nivini.ni@mail.ru**

В докладе произведен анализ традиционной технологии сушки древесины и выявлены основные недостатки. Предложено использование электроосмотического явления для вывода влаги из массы древесины, которое позволит снизить энергозатраты на сушку древесины.

Ключевые слова: сушка древесины, обезвоживание древесины, коллоидное строение дисперсных материалов, электроосмос, электроосмотический энергомассоперенос

Древесина сегодня является важной частью составляющей потребительского рынка продукции, являясь уникальным строительным и конструкционным материалом [1].

Проблемная ситуация: сушка древесины требует значительных энергетических и экономических затрат, поэтому необходимо внедрение перспективной энергосберегающей технологии.

Объект исследования: деловая древесина и система электроосмотического обезвоживания.

Предмет исследования: установление зависимости удельных энергетических затрат от таких факторов, как напряженность

электрического поля, начальная влажность древесины, длительность и скважность импульсов.

Цель работы: снижение энергетических затрат на сушку деловой древесины.

Задачи:

- определение тенденции развития существующего уровня техники и доказательство актуальности выбранного направления исследования.

На основании ретроспективного анализа можно сделать вывод, что ярко выраженной тенденции развития уровня техники не наблюдается. Актуальность данной темы основывается на предположении о том, что применение электроосмоса для обезвоживания древесины резко снизит энергетические затраты за счет отсутствия потерь нагрева воды, сухого вещества древесины, окружающих конструкций и концентрации энергии подводимой к системе на механическом переносе влаги в пределах эквипотенциальной поверхности гравитационного поля.

На основании анализа процесса традиционной сушки древесины, выявлены следующие недостатки технологии:

- при традиционной технологии происходит нагрев древесины, который в дальнейшем приводит к возникновению трещин;
- первоначальный прогрев и искусственное охлаждение требует значительных затрат энергоресурсов, что отрицательно сказывается на экономической эффективности производства.

Предполагается использовать электроосмотическое явление для вывода влаги из массы древесины.

В случае электроосмоса разноименность зарядов фаз приводит к перемещению в постоянном электрическом поле подвижных противоионов вместе с жидкой фазой к соответствующему полюсу источника тока. Электроосмотический перенос жидкости через поровое пространство капиллярно-пористого тела определяется электрокинетическим потенциалом и строением двойного электрического слоя на границе раздела фаз.

Рабочая гипотеза основана на предположении о том, что массоперенос с помощью электроосмоса исключает нагрев воды, древесины и окружающих конструкций. В свою очередь, это позволит снизить энергозатраты на подготовку древесины по сравнению с существующими методами сушки [2].

Выводы:

1) Проблема кондиционирования древесины является многоплановой, главными критериями являются энергозатраты и качество деловой древесины и в этом аспекте тема актуальна.

2) Применение электроосмоса для обезвоживания древесины позволит снизить энергозатраты на процесс подготовки древесины за счет исключения потерь нагрева твердой фазы, жидкости и окружающих конструкций.

Список литературы:

1. Серговский П. С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины.- М.: Лесная промышленность, 1975. - 400с.
2. Порсев Е.Г. Основы создания электрокинетических технологий для агропроизводства / СибНИПТИП СО РАСХН.– Новосибирск, 2001. - 220с.

СТЕКЛОПЛАСТИК В ПРОЛЕТНОМ СТРОЕНИИ АВТОДОРОЖНОГО МОСТА

Б.М. Парамзин, Д.Д. Пуртова

**Сибирский государственный университет путей сообщения,
banul_av.76@mail.ru**

В наши дни, широкое применение нашел такой композитный материал, как стеклопластик. Стеклопластик - композиционный материал, состоящий из стеклянного наполнителя и синтетического полимерного связующего. Стеклопластик обладает многими очень ценными свойствами, дающими ему право называться одним из материалов будущего.

Ключевые слова: стеклопластик, пультрузионный, марка, мониторинг, расчетная схема.

В настоящее время возведение новых зданий и внеклассных сооружений требует использования новых материалов, которые обладают повышенной прочностью, одним из таких материалов является стеклопластик.

Некоторые виды стеклопластика модернизируются, улучшаются прочностные характеристики и этот высокотехнологичный материал применяется в мостостроении, что подтверждается постройкой моста в районе Новосибирска.

Так, первый в России автодорожный мост из стеклопластика был построен через реку Пашенка, при участии выпускников и работников СГУПС.

Размеры пролетного строения: длина 18 м, габарит проезжей части 4,5 м, с двумя тротуарами по 0,75 м. Материал главных ферм и связей

стеклопластик марки СППС-240 слоистый пултрusionный профилированный стеклопластик – временное сопротивление 240МПа, бетонные плиты -класса В30. Узловые соединения на чистых болтах диаметра 12 мм из стали ст3. Стеклопластик профильный марки СППС-240 был специально разработан и запатентован для сооружения данного моста, технология изготовления конфиденциальна. Этот стеклопластик выдерживает напряжение при растяжении не менее 900 МПа, что в свою очередь обеспечивает высокую прочность пролетного строения моста.

Сборка ферм происходила в горизонтальном положении на специальном монтажном столе, который состоял из нескольких бетонных блоков, уложенных поперек фермы и выверенных по высоте. Ферма состоит из отдельных листовых элементов, которые имеют болтовые соединения.

После всех проведенных работ было установлено оборудование для мониторинга эксплуатации моста и проведена статическая проверка пролетного строения. В качестве испытательной нагрузки были использованы 2 груженых 4-х осных автомобиля-самосвала весом по 55 тонн каждый. По результатам проверки, пролетное строение показало полное соответствие фактической работы и расчетной схемы.

На сегодняшний день, стеклопластик является одним из самых перспективных композитных материалов, применяемых в различных сферах промышленного и гражданского строительства, возведения внеклассных сооружений. Это доказывается возведением первого в России автодорожного моста из стеклопластика в городе Новосибирск.

Список литературы

1. Программа диагностического обследования и испытаний автодорожного моста через р.Пашенка на участке автомобильной дороги «Красный Яр – Сосновка» в Новосибирском районе НСО / СГУПС – Новосибирск, 2014.- 12с.
2. ГОСТ Р 52748-2007. Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения. М., 2008. – 9с.

ОБРАБОТКА НАПЛАВЛЕННЫХ ТВЁРДЫМ СПЛАВОМ МАЛЫХ И БОЛЬШИХ КОНУСОВ ДОМЕННЫХ ПЕЧЕЙ СПОСОБОМ ГЛУБИННОГО ЭЛЕКТРОАЛМАЗНОГО ШЛИФОВАНИЯ

Р.А. Пысин, В.В. Крюков, Б.А. Красильников
Новосибирский государственный технический университет,
romanesh@rambler.ru

В докладе рассматривается проблема обработки высокогабаритных деталей доменных печей после их восстановления и наплавки твёрдым сплавом

Ключевые слова: доменная печь, наплавка, глубинное электроалмазное шлифование

Одним из возможных способов получения чугуна является доменное производство. За последние 200 лет доменные печи получили большое развитие и внедрение в производство. Но чем больше внедрялись доменные печи, тем больше проблем было выявлено с их использованием.

Одним из наиболее ответственных узлов механического оборудования доменной печи является засыпное устройство.

Засыпное устройство доменных печей служит для загрузки шихтовых материалов и кокса в доменную печь и для равномерного распределения этих материалов на большом конусе, а также для предотвращения выхода доменного газа через колошник в атмосферу. Наибольшему износу в процессе эксплуатации подвержены большой и малый конусы, а также чаша большого конуса и вращающаяся воронка.

Значительное повышение стойкости засыпных аппаратов обеспечивается различными способами наплавки: автоматическая, печная и др., а также применение современных износостойких наплавочных материалов [1].

Проблема обработки заключается в необходимости наплавлять пояса конусов твёрдым материалом, что затрудняет использование привычных способов технологического формообразования, оставляя в приоритете только шлифование. Однако и с этим связан ряд проблем: материал с высокой твердостью и теплостойкостью оказывает на инструмент высокое абразивное действие, а довольно большие габариты деталей обрабатываются шлифованием большое количество времени и требуется на обработку 10-12 абразивных кругов.

Было предложено множество методов обработки деталей, одними из которых стали: электроконтактная обработка, электрохимико-механическое абразивное шлифование. Эти методы хоть и ускоряли обработку, вплоть до 88 часов, но так же обладали большими недостатками: сильный шум, малая точность на выходе [2].

По нашему мнению, внедрение метода глубинного электроалмазного шлифования должно исключить данные проблемы.

Сущность алмазно-электрохимической обработки заключается в сочетании процессов электрохимического растворения обрабатываемого материала и абразивного воздействия на него. Обработка ведётся в нейтральных солях неорганических кислот – электролитах.

Сущность технологии глубинного электроалмазного шлифования состоит в удалении за один проход полного припуска на обработку, величина которого может находиться в диапазоне нескольких миллиметров.

Данный метод обработки не сопровождается высоким шумом, обеспечивает нужный качество точности, и по нашим расчётам сократит время обработки вплоть до 20 часов.

Список литературы

1. Красильников Б.А., Богаев А.А. Сборник научных трудов НГТУ. – 2007. – № 2(48). – 75–80.
2. Исследование производительности электроалмазной обработки жаропрочного сплава ЖС6 и твердого сплава ВК8 / Х.М. Рахимьянов, Б.А. Красильников, М.И. Никитенко, А.А. Богаев // Обработка металлов: технология, оборудование, инструменты. – 2007. – №3(36). – С. 8 – 10.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

А.А. Харитонов, А.С. Верещагина

**Новосибирский государственный технический университет
osa321@gmail.com**

Вопрос повышения эффективности технологического процесса может быть решен различными путями. В работе рассматривается его улучшение путем оптимизации заготовки, инструментального обеспечения процесса и оборудования на реальном изделии.

Ключевые слова: машиностроение, технологический процесс, инструмент

Эффективность технологического процесса- это достижение каких-либо определенных результатов с минимально возможными издержками или получение максимально возможного объема продукции из данного количества ресурсов [1].

Повысить эффективность технологического процесса можно за счет:

- Правильного и экономически выгодного выбора заготовки;
- Оптимальных режимов резания;
- Современного оборудования;
- Современных и производительных методов обработки;
- Своевременного обучения рабочих;

Деталь «Корпус», изготавливается из материала Д16. Масса заготовки достигает более 21 кг. Проведя анализ существующих методов получения заготовки, было принято решение выбрать альтернативный вариант получения заготовки, а именно литье под давлением [2]. Главным достоинством этого метода является возможность получения заготовок с минимальными припусками и шероховатостью. Это позволит сократить массу заготовки более чем в 2 раза, способствуя экономии материала и сокращению времени технологического процесса.

Анализ технологического процесса, с учетом альтернативного метода получения заготовки позволяет исключить некоторые переходы и операции, сокращая время на обработку, а также оптимизировать инструментальное обеспечение и применяемое оборудование.

Например, на 110 операции используется фреза 2214-0501 ГОСТ 16223-81 (стоимостью 6435 р.), однако замена данной фрезы альтернативной фрезой насадной Garant 222403 100/7 со сменными пластинами- APFN-441 GH1 (стоимостью 56965 р.) позволяет в перспективе снизить не только затраты на инструмент, но и повысить производительность и качество обработки.

Аналогичный анализ был проведен с позиции оптимизации оборудования технологического процесса. Например, токарно-винторезный станок 16K20, используемый во многих операциях исходного технологического процесса, целесообразней заменить на универсальный **токарно-винторезный станок TRENS SN 50C**, который в настоящее время характеризуется высоким качеством изготовления, повышенной точностью, высокой жёсткостью и

стабильностью показателей. Простоту управления и длительный срок эксплуатации подтверждает выпуск многих тысяч станков этой модели [3].

В заключении можно сказать, что повышение эффективности технологического процесса изготовления детали можно осуществить различными методами. Один из них - анализ технологии детали. В результате него, была проведена замена российского инструмента на зарубежный высокопроизводительный, что способствовало увеличению производительности инструмента в 2 раза, уменьшению простоя оборудования, а также обеспечению меньшего количества настроек станка после смены инструмента, обеспечению высокого качества поверхности, за счет точности инструмента. Замена оборудования, обеспечит нам удобную и производительную работу, хорошую ремонтпригодность. Все действия по замене оборудования и инструмента способствуют повышению эффективности данного технологического процесса.

Список литературы

1. Безязычный, В. Основы технологии машиностроения: Учебник/ В. Безязычный.- М.: Машиностроение, 2013.-568с.
2. Верещагина А.С., Иванова М.В., Харитонов А.А. Обоснование выбора метода получения заготовки детали «Корпус» // Актуальные проблемы в машиностроении = Actual problems in machine building : науч.-техн. и произв. журн. 2018. Т. 5 № 3 - 4. С. 15 – 19.
3. Качественный токарно-винторезный станок **TRENS SN 50C** [Электронный ресурс]/ novator-grp.ru/ Modus studio-Электрон. Текстовые дан.-2018 Режим доступа: <http://www.novator-grp.ru/>.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ – НИКЕЛИД ТИТАНА

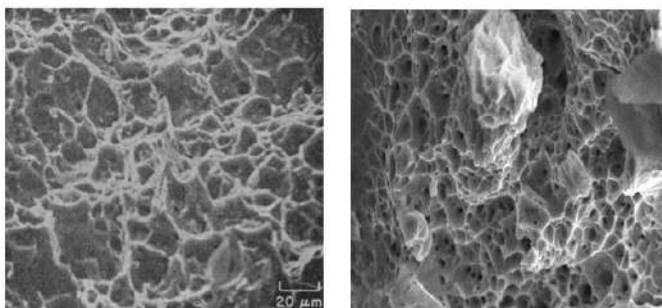
Д.В. Черникова, М.Ф. Алимбекова, С.И. Герасимов
Сибирский государственный университет путей сообщения,
912267@gmail.com

Исследуются свойства никелида титана. Анализируются снимки микроструктуры, полученные путем растровой электронной микроскопии (РЭМ).

Ключевые слова: интеллектуальные материалы, никелид титана, растровая электронная микроскопия, эффект памяти формы

Интеллектуальные материалы – управляемые и прогнозируемые материалы, которые обладают способностью преобразовывать один вид энергии в другой. Одним из таких материалов является никелид титана, термически активируемый сплав, преобразующий тепловую энергию в механическую.

Для того чтобы изучить свойства никелида титана, нами были получены снимки проволоки из данного сплава посредством растрового электронного микроскопа (РЭМ) (Рисунок 1) [1]. При сравнении снимков отмечено сходство фрактограмм никелида титана и нержавеющей стали.



Образец нержавеющей стали

Образец никелида титана

Рисунок 1 – Сравнение фрактограмм нержавеющей стали и никелида титана

По наблюдаемым признакам можно предполагать, что материалы, имея схожую структуру, должны обладать одинаковыми свойствами. Однако никелид титана имеет ряд таких уникальных свойств, таких как эффект памяти формы, суперэластичность, высокая ударная и усталостная прочность, которые позволяют применять его во многих сферах как инженерной деятельности, так и в медицине.

Эффект памяти формы никелида титана обусловлен возможностью его существования в двух различных температурно-зависимых фазах: аустените и мартенсите.

При сравнении диаграмм деформирования нержавеющей стали и никелида титана видно, что сталь, как и большинство металлов, разрушается при растяжении свыше 1.5%, а никелид титана нет.

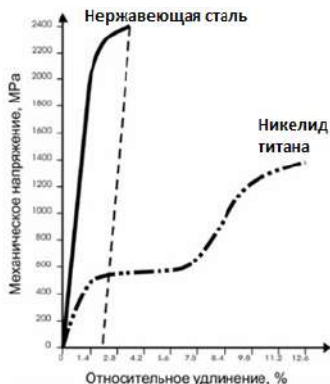


Рисунок 2 – Диаграммы растяжения нержавеющей стали и никелида титана

Способность удлинения свыше 1.5% называют суперэластичностью.

Кроме того, никелид титана обладает коррозионной стойкостью. Она осуществляется благодаря образованию на поверхности сплава оксидной пленки (TiO_2). Так как данный сплав применяется в медицине, а именно его вживляют в кости и используют как расширитель сосудов, то высокая коррозионная стойкость, в том числе в таких средах как кровь, желчь и слюна, является очень важным критерием его пригодности.

Итак, учитывая различие свойств нержавеющей стали и никелида титана, нами был сделан вывод, что средствами РЭМ сложно получить полную информацию о свойствах материала, а можно лишь получить сведения о типе излома и характере разрушения. В данном случае образец подвергался осевому растяжению, тип излома – вязкий, с наличием равноосных ямок.

Список литературы

1. Батаев В.А., Батаев А.А., Алхимов А.П. Методы структурного анализа материалов и контроля качества деталей. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006. – 220 с.

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ПОГРУЗОЧНО-ДОСТАВОЧНЫХ МАШИН

Е.Ю. Долматов

**Сибирский государственный университет путей сообщения,
namaslov@mail.ru**

Целью работы является анализ особенностей конструкций погрузочно-доставочных машин, анализ и оценка существующих типов приводов и их отдельных узлов по сформулированным критериям.

В настоящее время на предприятиях горнодобывающей промышленности, при проведении подземных горных работ, для обеспечения перемещения горной массы и её выгрузки, широко используются самоходные погрузочно-доставочные машины (ПДМ).

ПДМ состоит из передней и задней полурамы, соединённых между собой двойным шарниром и опирающихся на пневмошинные колёса. Двойной шарнир имеет две степени свободы, что обеспечивает угол поворота одной полурамы относительно другой на $\pm 35^{\circ} \dots 45^{\circ}$ в горизонтальной плоскости и $\pm 12^{\circ} \dots 18^{\circ}$ в вертикальной. Благодаря этому, достигаются манёвренность, устойчивость и проходимость с малыми радиусами поворота в плане. На передней полураме расположен рабочий орган, состоящий из ковша и стрелы. Привод ковша и стрелы осуществляется гидроцилиндрами. На задней полураме расположены: энергетическая установка, основные элементы гидропривода, элементы трансмиссии. ПДМ имеет две ведущие оси жестко закреплённых с полурамами. Поворот машины осуществляется при помощи гидроцилиндров, расположенных в сочленении.

На сегодняшний день, основными производителями ПДМ являются: «УралСпецМаш», «Автомаркет Майнинг» (Россия); «Sandvik Mining», «Atlas Copco» (Швеция); «Wagner», «Eimco», «Caterpillar» (США); «Jarvis clark» (Канада); «Gutenhoffnungshutte», «HERBST SMAG», «Schopf» (Германия); «ARA» (Финляндия); «Equipment Miner» (Франция); «Kawasaki» (Япония).

Основные преимущества ПДМ: высокая производительность, мобильность и маневренность, универсальность (использование ПДМ на подготовительных, очистных и других вспомогательных работах).

Основные недостатки ПДМ: высокая стоимость оборудования и его эксплуатации, высокая трудоёмкость ремонтных работ.

В работе выполнен анализ типов энергетических установок ПДМ. Сформированы критерии оценки трансмиссии ПДМ. Выполнен анализ типов и кинематических схем трансмиссий, даны рекомендации для выбора типа трансмиссий ПДМ.

Окончательные результаты работы представлены на рисунке 1 в виде относительной оценки различных приводов по принятым критериям: КПД привода; эксплуатационные затраты; ремонтпригодность, приспособленность к автоматизации управления. За сто процентов взято самое большое значение в группе критериев.



Рисунок 1 - Сводная таблица относительной оценки приводов ПДМ

Самым эффективным, исходя из сформулированных критериев, является электрический привод с двигателем у колеса. Такая конструкция реализуется при помощи мотор-колеса или специальной мостовой конструкции, в которой размещается электродвигатель и редуктор. Применение электропривода возможно на полностью электрифицированных ПДМ. Применение дизель-электрической трансмиссии с двигателем у колеса не выгодно, так как это требует больших капитальных вложений на оснащение ПДМ дополнительным электроприводом, а выигрыш в КПД и эксплуатационных затратах не так велик. Эффективнее использовать дизель-гидравлическую трансмиссию с двигателем у колеса, так как ПДМ уже оснащены гидроприводом и капитальные вложения будут не так значительны.

Список литературы

1. Маслов, Н. А. Разработка методики определения вероятности безотказной работы гидропривода машины [Текст] / Н. А. Маслов // Главный механик, 2016. - № 12, с.27.-34.
2. Маслов, Н. А. Разработка методики диагностирования пневмогидроцилиндров машин [Текст] / Н. А. Маслов // Главный механик, 2017. - № 2, с.61-68.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ МАЛЫХ И БОЛЬШИХ КОНУСОВ ДОМЕННЫХ ПЕЧЕЙ СПОСОБОМ НАПЛАВКИ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ

В.В. Крюков, Р.А. Пысин, Б.А. Красильников
Новосибирский Государственный Технический Университет,
vovchik92@mail.ru

В работе рассмотрены материалы методы, используемые для повышения износостойкости засыпного аппарата и узлов загрузочного устройства доменных печей.

Ключевые слова: доменная печь, наплавка, износостойкие материалы.

Наибольшему износу в процессе эксплуатации подвержены большой и малый конусы, а также чаша большого конуса и вращающаяся воронка.

Основным мероприятиями, обеспечивающими значительное повышение стойкости засыпных аппаратов, кроме улучшения их конструкции, являются различные способы наплавки, с последующей механической обработкой.

Значительное повышение стойкости засыпных аппаратов обеспечивается различными способами наплавки: автоматическая, печная и др., а также применение современных износостойких наплавочных материалов [1].

Наплавка, в сравнении с другими способами восстановления, позволяет получить на поверхности детали слой необходимой толщины и химического состава, высокой твердости и износостойкости при относительно невысокой себестоимости наращивания. Последующая механическая обработка обеспечивает

правильную геометрическую форму, заданные размеры детали и требуемые параметры шероховатости поверхности.

Износостойкие материалы высокой твердости часто применяют в виде толстых слоев (единицы и десятки миллиметров), наплавляемых на поверхности деталей различными методами. Используются они для восстановления изношенных деталей (восстановительная наплавка) и для повышения надежности деталей (износостойкая и антикоррозионная наплавка).

Тип наплавленного металла выбирают на основе анализа условий службы рабочих поверхностей наплавляемой детали. Поэтому важнейшим свойством наплавленного металла является способность его сопротивляться определенным видам изнашивания [2].

Были рассмотрены несколько типов наплавочных материалов, такие как покрытые металлические электроды, проволока и наплавочные ленты, применяемые для дуговой наплавки.

По нашему мнению, для выполнения поставленных задач, наиболее оптимальным выбором будет использование наплавочных электродов методом ручной дуговой наплавки, так как этот способ более экономически рентабелен в связи с отсутствием необходимости приобретения дорогостоящего оборудования.

Для ручной наплавки различных деталей применяются электроды, предназначенные для сварки различных сталей и сплавов, и специальные наплавочные электроды.

Было предложено множество методов обработки деталей, одними из которых стали: электроконтактная обработка, электрохимикомеханическое абразивное шлифование. Эти методы хоть и ускоряли обработку, вплоть до 88 часов, но также обладали большими недостатками: сильный шум, малая точность на выходе [3].

Необходимости наплавлять пояса конусов твердым материалом, что затрудняет использование привычных способов технологического формообразования, оставляя в приоритете только шлифование.

Данный метод обработки не сопровождается высоким шумом, обеспечивает нужный квалитет точности, и по нашим расчётам сократит время обработки вплоть до 20 часов.

Список литературы

1. Толстов И.А., Зверев Л.И., Аршанский М.И., Третьяков М.А., Семиколенных М.Н. Наплавка и комбинированные методы обработки засыпных аппаратов доменных печей. – Москва: Изд-во Металлургия, 1987. – 151 с.

2. Красильников Б.А., Богаев А.А. Сборник научных трудов НГТУ.– 2007. – № 2(48). – 75–80
3. Исследование производительности электроалмазной обработки жаропрочного сплава ЖС6 и твердого сплава ВК8 / Х.М. Рахимьянов, Б.А. Красильников, М.И. Никитенко, А.А. Богаев // Обработка металлов: технология, оборудование, инструменты. – 2007. – №3(36). – С. 8 – 10.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ОБРАЗЦОВ ПОПЕРЕЧНОГО СТЫКА ПАНЕЛЕЙ КРЫЛА СТР-40ДТ

Прилуков Д.С.

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Красноруцкий Д.А.
Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, nfs4042@gmail.com**

Панели крыла подвергаются аэродинамической подъемной силе, вследствие чего на крылья действуют изгибающие силы. Необходимость исследования напряженно-деформированного состояния и устойчивости обусловлена возникающими аварийными ситуациями. Для расчетов предлагается использовать конечно-элементный комплекс ANSYS. Полученные расчетные результаты удовлетворительно совпадают с результатами полученных с испытаний образцов. Проведен анализ полученных результатов и составлено заключение о прочности образцов.

СТР-40ДТ – демонстратор технологий лёгких цельнокомпозитных турбореактивных пассажирских самолётов с большими скоростями полёта (600...700 км/ч). Рабочее название нового самолёта СТР-40ДТ расшифровывается как «самолёт-турбореактивный-сороковой-демонстратор-технологий». Был выбран расчетный случай А – криволинейный полет самолета на угле атаки, соответствующем максимальному коэффициенту подъемной силы крыла.

Основные задачи:

- Теоретический расчет несущей способности стыка верхних композитных панелей.
- Экспериментальное определение несущей способности типового участка стыка верхних панелей.
- Экспериментальное исследование механизма разрушения образца стыка.

Экспериментальное исследование несущей способности стыка при нагружении сжатием выполнено на образцах, общий вид которых показан на рисунке 1.

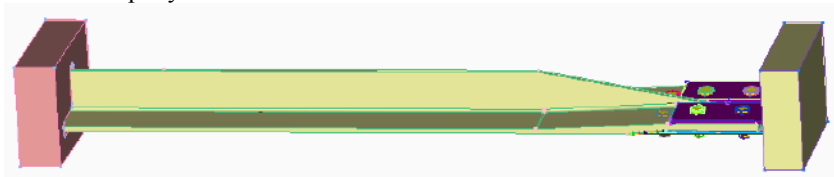


Рисунок 1 — Общий вид образца с нагрузочными плитами

Испытано три образца. Образцы разрушились при нагрузке 13198 кгс, 13945 кгс и 13617 кгс. Потеря несущей способности у всех образцов произошла в сечении на расстоянии ≈ 150 мм от плоскости стыковочной нервюры в результате разрушения сжатых слоёв материала (рисунок 2).

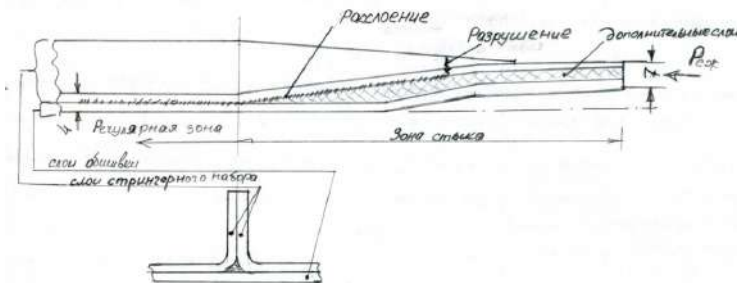


Рисунок 2 — Схема разрушения образца

Характер разрушения — расслоение обшивки на границе стыка и регулярной части, а также растрескивание стенки стрингера. В ходе испытаний были записаны результаты тензометрии, проведено сравнение результатов расчётных и экспериментальных данных.

В ходе испытания третьего образца с помощью экстензометров и записи их показаний высокоскоростной системой «Динамика» установлено, что разрушение образцов начинается с растрескивания стенки стрингера.

Список литературы

1. Чепурных, И.В. Прочность конструкций летательных аппаратов: учеб. Пособие / И.В. Чепурных. — Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО 2013. — 137 с.
2. Чигарев А.В., Кравчук А.С., Смалюк А.Ф. ANSYS для инженеров: Справ. Пособие. М.: Машиностроение-1, 2004. — 512 с.

ЗАТОЧКА МНОГОКРОМОЧНЫХ СВЕРЛ ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ОБРАБОТКИ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.В. Иванчивский, К.А. Парц, Д.В. Стежка
Новосибирский государственный технический университет
ivancivskij@corp.nstu.ru

Суть заключается в исследовании многокромочных сверл, поскольку они обладают большей производительностью по сравнению с обыкновенными. Предназначение этих инструментов многообразно, поэтому они могут применяться для обработки различных материалов таких, как: резина, алюминиевые сплавы и плексиглас. По истечению исследования возникла проблема заточки многокромочных сверл. Поэтому была разработана новая специализированная методика затачивания таких режущих инструментов. Данная разработка проводилась в условиях лабораторий. Для выполнения разработанной схемы был модернизирован станок 3Б652. Оборудование снабдили призматическим зажимом, микрометрическим винтом, индикатором часового типа. По мимо этого был произведен анализ эффективности многокромочных сверл.

Результаты и их обсуждение.

В процессе сравнения многокромочных и простых сверл в процессе обработки различных материалов было выявлено, что производительность с использованием многокромочных сверл возрастает.

Во время проведения экспериментов обнаружили, что меньший эффект отразился при обработке алюминия. В силу технических замечаний, которые указаны выше, во всех трех случаях было зафиксировано снижение крутящего момента при применении однозначных осевых усилий на сверле (рычаг длиной 1м и грузом от 0,3 г до 1,5 кг).

Помимо этого, в данной работе имеется описание дорабатываемых узлов на базе заточного станка 3Б652, которые необходимы для обеспечения заточки многокромочных сверл.

Выводы.

В результате исследования было выявлено повышение производительности и качества обрабатываемых отверстий из таких различных материалов как: резина, алюминиевые сплавы и плексиглас. В качестве рекомендации было отмечено, что для обработки алюминиевых деталей наилучший вариант использовать сверло с симметричной схемой заточки.

РАСЧЕТ ОПОР ЛЭП ИЗ КОМПОЗИТОВ

М.И. Уванов, Е.А. Уванова, Д.А. Красноруцкий
Новосибирский государственный технический университет,
krasnorutskiy@corp.nstu.ru

В данной статье обсуждаются возможные варианты опор ЛЭП из полимерных композитов(стеклопластиков), изготавливаемых методом пултрузионной намотки. Описаны задачи для достижения конечной цели – расчет улучшенных опор ЛЭП из композитов. Излагается состояние работы в настоящее время, а также запланированные работы. Выполнение всех задач позволит завершить расчет опор ЛЭП с улучшенными прочностными и упругими характеристиками, что в дальнейшем позволит предложить их для ввода в производство.

Ключевые слова: опора ЛЭП, композит(КМ), пултрузионная намотка, ровинг, связующее.

Введение

Требования предъявляемые к специальным и конструкционным материалам, отвечающие потребностям современной техники стимулировали разработку и широкое использование композитов (КМ), особенно полимерных КМ(ПКМ). ПКМ в качестве наполнителя используют непрерывные волокна и текстильные формы из них: нити, жгуты, ровинг, ленты. У таких ПКМ наблюдаются наиболее высокие конструкционные свойства.

ЗАО "ФЕНИКС-88" производит оборудование для энергетической отрасли на основе ПКМ. В данной компании передо мной была поставлена задача о расчете опор ЛЭП из КМ. Рассчитываемые опоры должны по прочностным характеристикам превосходить уже имеющиеся в производстве опоры.

Цели данной работы:

– Дать теоретически обоснование возможных эффективных характеристик конечного изделия;

Задачи:

– изучить существующие методы намотки[1],[2];
– произвести теоретический расчет вариаций многослойного композита;

- провести прочностной анализ модели изделия;
- выбрать оптимальный вариант для внедрения в производство.

Состояние работы на данный момент

В настоящий момент в работе определены практически способом характеристики исходных материалов(ровинга и связующего) стеклопластика. На основе полученных данных произведен теоретический расчет монослоя[3], который будет использоваться в дальнейших расчета пакета композита. Изучены и систематизированы для расчетов существующие методы пултрузионной намотки.

Планируется:

- Произвести прочностной анализ пакета;
- создать 3D модель будущей конструкции;
- провести анализ конструкции в расчётно-программном комплексе Ansys;
- сравнить полученные данные теоретического расчета;
- отобрать наилучшие варианты и предложить для запуска в производство;
- написать и защитить магистерскую диссертацию;

Вывод

Выполнение всего перечня поставленных задач позволит завершить расчет опор ЛЭП с прочностными и упругими характеристиками, превосходящими уже существующие опоры. Что позволит в дальнейшем ввести новые опоры в производство ЗАО "ФЕНИКС-88".

Список литературы

1. Гаврилов В. В. Технология производства полых многогранных изделий из полимерных композиционных материалов. Техника и технология производства теплоизоляционных материалов из минерального сырья: Доклады VIII Всероссийской научно-практической конференции (21-23 мая 2008г., Белокуриха) [текст]/ В. В. Гаврилов, А. Н. Блазнов.- Бийск: АлтГТУ, 2008
2. Композиционные материалы: справочник [текст]/ В.В.Васильев, В.Д.Протасов, В.В.Болотин. Под общ.ред. В.В.Васильева. – М.: Машиностроение, 1990. – 512 с.

3. Олегин И. П. Теоретические основы методов расчета прочности элементов конструкции из композитов [текст]/ И. П. Олегин, В. Н. Максименко. – Новосибирск: НГТУ, 2005.–213 с.

СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ ПОЛИМЕРНОГО ИЗОЛЯТОРА ОТПК-12,5-110 ПРОИЗВОДСТВА "ФЕНИКС-88"

М.И. Уванов, Е.А. Уванова, Д.А. Красноруцкий
Новосибирский государственный технический университет,
krasnorutskiy@corp.nstu.ru

В данной статье обсуждается вопрос об исследовании сейсмостойкости изолятора типа ОТПК, выпускаемого ЗАО "ФЕНИКС-88", в ANSYS, а именно ОТПК-12,5-110. Расчет на сейсмостойкость производился при значениях интенсивности землетрясения 9 баллов по шкале MSK-64, где рассматривался самый большой по габаритам изолятор из своего класса. При положительном результате исследования, данные распространяются на весь класс изоляторов.

Ключевые слова: изолятор, сейсмостойкость, нагружение, землетрясение, собственные колебания, напряжения.

Введение

Полимерные изоляторы на класс напряжения 110 кВ, имеют однотипное исполнение корпуса, характеризующее в основном параметром механической жёсткости на изгиб (EJ) стеклопластиковой трубы, являющейся основным изоляционным несущим элементом изолятора. В этом случае, наиболее нагруженными при восприятии сейсмических нагрузок будут аппараты, имеющие наибольшую строительную высоту, массу и, соответственно, меньшую частоту собственных колебаний. Положительные результаты расчёта такого аппарата распространяются на однотипные по механической жёсткости аппараты меньшей строительной высоты, меньшей массы, и, соответственно, большей частоты собственных колебаний. Из однотипных аппаратов ОТПК наиболее нагруженным является изоляторы максимальной высоты: ОТПК-12,5-110 (H_{max}=1220 мм, EJ=150 кН*м²) - в основе которого стеклопластиковая труба Ø100/121 мм. Эти аппараты обладают наибольшей строительной высотой и максимальной массой. Закономерно считать, что подтверждение

сейсмостойкости данных аппаратов распространяется на весь класс упомянутых аппаратов ОТПК по ТУ [1].

Параметры расчета

Для расчёта принималось, что на изделие одновременно действуют сейсмические нагрузки в вертикальном и горизонтальном направлениях, а также расчётные эксплуатационные нагрузки. Решается задача о вынужденных гармонических колебаниях конструкции под действием гармонической вынуждающей силы, моделирующей сейсмическую активность интенсивностью 9 баллов по шкале MSK-64. Горизонтальная сейсмическая нагрузка соответствует спектру приведенному на рис.1[2], а вертикальная соответствует 0,7 от горизонтальной. Исследование напряжений конструкции под воздействием сейсмических и эксплуатационных нагрузок реализуется в области её собственной частоты, т.к. во время резонанса мы будем иметь самое напряженное состояние.

В программном комплексе ANSYS был произведен анализ напряжений изолятора, возникающих под действием изгибающей нагрузки, а также под действием сейсмической нагрузки.

Выводы

В результате проведенного исследования сейсмостойкости при интенсивности землетрясения 9 баллов по шкале MSK-64 в программном комплексе ANSYS, для рассмотренной конструкций получен следующий коэффициенты надежности: $n=9,64$ ($9,64 \geq 2,5$).

В соответствии с ПУЭ (Издание седьмое) п. 2.5.101 [3] коэффициент надёжности по материалу для изоляторов при наибольших нагрузках должен быть не менее 2,5. Таким образом, можно сделать вывод о том, что исследованная конструкция, а так же весь номенклатурный ряд изоляторов устойчивы к сейсмическим воздействиям интенсивности 9 баллов по шкале MSK-64.

Список литературы:

1. Изоляторы опорные полимерные наружной установки на номинальное напряжение 20, 35, 110 и 220 кВ: ТУ 3494-026-06968694-2004[электронный ресурс] .- Режим доступа: http://fenix88.com/documents/cat_list/otpk20.pdf
2. Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам: ГОСТ 17516.1-90[электронный ресурс].- Режим доступа: http://www.konstalin.ru/UserFiles/Files/gost/gost_17516_1-90.pdf

3. Об утверждении глав правил устройства электроустановок: Приказ Министерства энергетики Российской Федерации от 8 июля 2002 года № 204 [электронный ресурс].- Режим доступа: <http://mirror.ru/pages/PEU7.html>

АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ ОПТИЧЕСКИХ НОСИТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ НАГРУЗКАХ

Н.А. Чесных, А.С. Шаталов, С.И. Герасимов
Сибирский государственный университет путей сообщения,
912267@gmail.com

Рассматривается применение метода фотоупругости для анализа напряженного состояния компакт-дисков при различных температурных и силовых воздействиях.

Ключевые слова: поляризационно-оптический метод, поляризатор

В основе поляризационно-оптического метода (или метода фотоупругости) лежит явление искусственного двулучепреломления, которым в той или иной мере обладают все прозрачные аморфные материалы [1]. В ненагруженном состоянии эти вещества являются изотропными. Однако если к модели приложить внешнюю нагрузку, то в материале модели искусственно возникает явление анизотропии. Это явление проявляется в том, что скорость распространения света, поляризационного в направлении действия главных напряжений, действующих в исследуемой точке модели, различна. Причем эта разница тем больше, чем больше разность между этими напряжениями. Чтобы зафиксировать это явление, используется специальная оптическая установка, называемая полярископом.

В состав полярископа обязательно входят следующие элементы: осветитель, поляризатор, модель, нагружаемая внешней нагрузкой, анализатор, фотоприемник

Анализ интенсивности света на выходе из полярископа показывает, что фотоупругая картина состоит из двух систем темных полос (точек на модели, в которых интенсивность света на выходе из полярископа равна нулю)

В результате фотоупругого эксперимента по полю построены две картины полос: изоклин и изохром. И значит, в каждой точке модели возможно определить значения разности главных напряжений и ориентации главных напряжений.

Стандартные диски устроены очень сложно и обладают многослойной структурой, а их низкая цена объясняется современными технологическими достижениями и массовым производством. Компакт-диск представляет собой поликарбонатную подложку толщиной 1,2 мм и диаметром 120 мм, покрытую тончайшим слоем металла, защищенного слоем лака, на который обычно наносится графическое представление содержания диска. Поликарбонат обладает свойством двойного лучепреломления. Это означает возможность исследования напряжений в таких образцах по традиционной схеме в проходящем свете полярископа по методу фотоупругости.

Нами были проведены исследования 30 компакт-дисков, произведенных по технологиям штамповки и лазерной записи при различных временах их эксплуатации, при знакопеременном температурном воздействии и силовом воздействии, которые могут испытывать компакт-диски в процессе эксплуатации. Для представления результатов из 30 образцов нами было выбрано 4, наиболее характерно проявивших эффект фотоупругости.

В первом эксперименте компакт-диски подвергались воздействию отрицательных температур. С первоначальной комнатной температуры равной $+24^{\circ}\text{C}$, до температуры равной -8°C .

На фотоупругих картинах образцов до и после охлаждения наблюдается снижение уровня напряжений. Подобная тенденция прослеживается у последующих двух дисков. В местах трещин образцов изменения не наблюдаются.

Во втором эксперименте компакт-диски были нагреты от комнатной температуры до $+77^{\circ}\text{C}$. В результате данного эксперимента наблюдается повышение уровня напряжений. В местах трещин образцов происходит разгрузку.

В третьем эксперименте образцы подвергаются силовому воздействию. В течение 24 ч. на диски была приложена равномерная нагрузка, перпендикулярная плоскости этих дисков и равная 50 Н. В результате заключительного эксперимента изменения не наблюдаются.

В ходе проведения данных экспериментов нами был изучен метод фотоупругости. Сделано заключение о влиянии знакопеременных температур и силового воздействия на прочность компакт-дисков. Отрицательные температуры и силовое воздействие не оказывают отрицательное воздействие. Для сохранности компакт-дисков необходимо избегать воздействия высоких температур т.к. при неравномерном распределении остаточных напряжений по поверхности компакт-диска и при их изменении из-за внешнего температурного воздействия, может произойти инициирование трещин и последующее разрушение CD и DVD.

Список литературы

1. Александров А.Я., Ахметзянов М.Х. Поляризационно-оптические методы механики деформируемого тела. - М.: Наука, 1973. 576 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕНОПОЛИСТИРОЛА МАРОК ПСБ-С 35 И ПСБ-С 50

С.А. Шкирко, А.Н. Пель

**Новосибирский государственный технический университет,
al.pel2014@yandex.ru**

Работа посвящена экспериментальному исследованию механических свойств полистирола при различных напряженных состояниях. Проведены испытания на растяжение, сжатие и сдвиг образцов пенополистирола марок ПСБ-С 35 и ПСБ-С 50. Зная действующие на образцы нагрузки, вычислены значения модуля Юнга, коэффициента Пуассона и модуль сдвига в условиях одноосного растяжения и сжатия.

Ключевые слова: механические свойства, пенополистирол, растяжение, сжатие, модуль Юнга, коэффициент Пуассона, модуль сдвига, угол сдвига, касательные напряжения, перемещения, деформации.

В работе приводятся результаты исследования механических свойств образцов пенополистирола марок ПСБ-С 35 и ПСБ-С 50 различной плотности в условиях растяжения, сжатия и сдвига.

Эксперименты, проведены с помощью испытательных машин Zwick/Roell Z100 и Instron 3366. Продольная деформация на машине Instron 3366 определялась с помощью высокоточного навесного датчика. В экспериментах совместно с машиной Zwick/Roell Z100 применялась установка Vic 3D, позволяющая визуализировать деформации на поверхности объекта испытаний и вычислять их с высокой точностью.

В результате экспериментов были построены диаграммы деформирования образцов. Полученные данные были обработаны путем осреднения. Были вычислены модуль Юнга (E) при растяжении и сжатии и коэффициент Пуассона (ν).

В результате экспериментов были построены диаграммы деформирования образцов. Полученные данные были обработаны путем осреднения. В настоящий момент получены следующие результаты:

- Модуль Юнга
при растяжении ПСБ-С 35 ($E=9,76 \text{ МПа}$) и ПСБ-С 50 ($E=12,69 \text{ МПа}$),
при сжатии ПСБ-С 35 ($E=3,08 \text{ МПа}$) и ПСБ-С 50 ($E=4,01 \text{ МПа}$);

- Коэффициент Пуассона
при растяжении ПСБ-С 35 ($\nu=0,28$) и ПСБ-С 50 ($\nu=0,26$),
при сжатии ПСБ-С 35 ($\nu=0,13$) и ПСБ-С 50 ($\nu=0,12$);

- Модуль сдвига
при одноосном растяжении
ПСБ-С 35 ($G=3,28 \text{ МПа}$) и ПСБ-С 50 ($G=4,54 \text{ МПа}$).

Анализ показал, что при сжатии модуль Юнга существенно меньше, чем при растяжении. Коэффициент Пуассона при сжатии также имеет меньшие значения, чем при растяжении.

Вычислен модуль сдвига, через модуль Юнга и коэффициент Пуассона при растяжении (1), в предположении что материал обладает изотропными характеристиками.

$$G = \frac{E}{2(1 + \nu)} \quad (1)$$

В таблице приведены результаты сравнения с экспериментальными данными.

	Модуль Сдвига		$\delta = \frac{G_{теорет} - G_{эксп}}{G_{теорет}} \cdot 100\%$
	$G_{эксп}$	$G_{теорет}$	
ПСБ-С 35	3,59	3,81	5,77
ПСБ-С 50	4,86	5,04	3,57

Список литературы:

1. А. Я. Александров, И. Я. Бородин, В. В. Павлов. Конструкции с заполнителем из пенопластов. М.: Машиностроение, 1972. – 212 с., ил.
2. М. А. Леган. Особенности деформирования и разрушения пенополистирола, при растяжении, сжатии и изгибе / М. А. Леган, В. Е. Колодезев, Е. В. Карпов // Деформирование и разрушение структурно-неоднородных сред и конструкций: тез. докл. Всеросс. конф. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006. — С. 76.
3. Расчет трехслойных панелей. Под общ. ред. докт. техн. наук проф. А.Я. Александров и канд. наук. техн. наук Л. М. Куршина. М.: Оборонгиз, 1960. – 272 с., ил.
4. Конструкции с заполнителями из пенопластов // Издание 2-е, переработанное и дополненное. Под общ. ред. засл. деятеля науки и техн. РСФСР, докт. техн. наук, проф. А.Я. Александрова. М.: Машиностроение, 1972. – 211 с., ил.

СЕКЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО КОНФИГУРИРОВАНИЮ КОММУТАТОРОВ

Д.А.Безрученко, А.В. Никулин, В.В. Артюшенко
Новосибирский государственный технический университет

Ниже рассмотрена лабораторная работа по настройке коммутаторов, для практического понимания процессов построения компьютерных сетей.

Ключевые слова: Eltex, Ethernet, WiFi, коммутатор.

Введение

Наличие коммутатора является неотъемлемым атрибутом современной компьютерной сети. Не правильная настройка коммутаторов влечет за собой некорректную работу, сбой сети.

Лабораторные работы предполагается вести на стенде, схема которого изображена на Рисунке 1. Лабораторный стенд состоит из трех коммутаторов уровня L2+ (канальный уровень по сетевой модели OSI), производства Eltex. Один коммутатор с поддержкой технологии PoweroverEthernet (PoE), позволяющий питать устройства по линии Ethernet. Присутствуют WiFi точки доступа: WEP-12ac, WEP-2ac. Так же используются абонентские шлюзы IP-телефонии TAU-1M.IP. Стенд рассчитан на одновременную работу шести бригад.

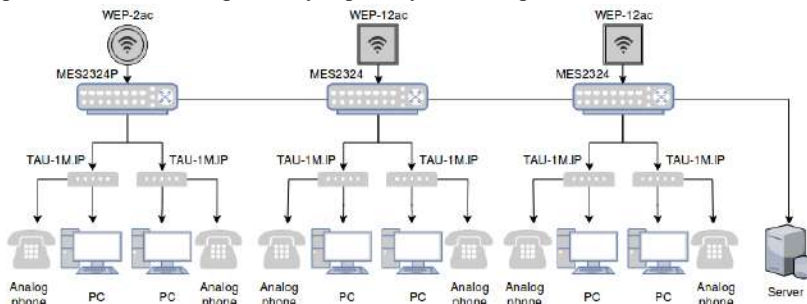


Рисунок 1. Структурная схема лабораторного стенда.

Для успешного выполнения лабораторной работы учащимся необходимы навыки работы с персональным компьютером на уровне уверенного пользователя, понятия принципов построения локальных и глобальных сетей, знания стека протоколов TCP/IP. Перед проведением работы учащиеся по технической документации и информации, сообщаемой преподавателем, знакомятся с основными техническими характеристиками используемых коммутаторов, их аппаратным составом, структурой, принципом функционирования, ролью и схемой применения устройств в сети.

В работе бригадам необходимо провести настройку коммутаторов и удостовериться в работоспособности построенной компьютерной сети. Работа предполагает как физический контакт с оборудованием (первичная настройка коммутаторов через терминальный порт — запуск SSH сервера, настройка прав доступа к коммутаторам), так и дальнейшую настройку по сети с использованием SSH или Telnet.

Для конфигурирования коммутатора посети каждая бригада создает несколько пользователей с разным уровнем привилегий. Далее предлагается произвести настройку режимов работы интерфейсов Ethernet, ознакомиться с технологией VLAN и протоколами семейства STP, RSTP, MSTP, а так же с основными возможностями коммутаторов.

Список литературы

1. Олифер В.Г., Олифер Н.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 4-е изд. – СПб.: Питер, 2010. – 944 с.:ил.
2. Коломеец Г.П. Организация компьютерных сетей: учебное пособие / Г.П. Коломеец. – Запорожье : КПУ, 2012. -156 с.

СИНТЕЗ ПРОГРАММНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ VOIP СЕТЕЙ

С.Е. Науршин

**Новосибирский государственный технический университет,
a.nikulin@corp.nstu.ru**

В статье описывается процесс создания виртуального лабораторного стенда, а также ожидаемые и полученные результаты. Лабораторная установка синтезировалась в

программном пакете Packet Tracer компании CISCO. Для изучения были задействованы следующие виды сетевого оборудования: маршрутизатор, коммутатор и все доступные в данном программном продукте пользовательские устройства, так или иначе поддерживающие возможность совершения голосовых вызовов.

Ключевые слова: VoIP, телефония, лабораторная работа, лабораторный стенд, Cisco packet tracer, сети, DHCP, VLAN.

С начала 21 века произошло множество прорывов в сфере телекоммуникационных технологий и систем связи. В частности, среди способов передачи речевой информации появилась и получила повсеместное распространение технология IP-телефонии. Она имеет ряд конкурентных преимуществ по сравнению с проверенной временем концепцией аналоговой телефонии. Однако создание, конфигурация и обслуживание VOIP сетей достаточно непростая задача, для этого нужны специалисты — сетевые инженеры. Исходя из этих суждений, резонно предположить, что, с развитием IP-сетей, будет развиваться и рынок труда, который уже сейчас нуждается в квалифицированных кадрах. Как следствие, было принято решение организовать лабораторную работу, непосредственно связанную с обсуждаемой тематикой.

Проект синтеза лабораторного стенда состоит в сборке топологии по схеме и разработке плана корректной конфигурации оборудования. Проверка работоспособности сети будет производиться поочерёдным совершением исходящих звонков с каждого аппарата на все прочие пользовательские устройства в этой сети.

Предлагаемый практикум включает в себя ознакомление с прикладным программным обеспечением CISCO Packet Tracer, установленном на базе операционной системы Ubuntu-16.04 LTS, и проектирование в нём VoIP-сетей различной сложности.

В ходе работы студентам так же предстоит познакомиться с теоретической стороной вопроса, изучить основные протоколы стека TCP/IP, а также некоторые принципы их взаимодействия, такие как: протокол IP, протокол TCP, протокол UDP, протокол ICMP, протокол 802.1q (VLAN), протокол 802.11 (Wi-Fi), протокол DHCP, инкапсуляция/декапсуляция данных [1].

Основной задачей, стоящей перед студентами во время выполнения практикума, является проектирование, построение в симуляторе, конфигурация и проверка корректности работы локальной вычислительной VoIP-сети [2]. Оконечные устройства, включённые в данную сеть, могут быть нескольких видов: аналоговые телефонные аппараты (подключённые через VoIP-шлюз), IP-телефоны, смартфоны,

планшетные компьютеры, персональные компьютеры/рабочие станции.

В топологии сети так же используется коммутационное оборудование: маршрутизаторы, коммутаторы и коммутационные кабели различных типов. Знакомство с виртуальными локальными сетями происходит посредством настройки голосовой VLAN на коммутаторе для каждого используемого интерфейса. Адресация узлов в сети прорабатывается на примере конфигурирования DHCP-сервера на маршрутизаторе, а также путём присвоения IP-адресов каждому из узлов сети вручную через графический интерфейс или консоль. Для телефонных аппаратов назначаются соответствующие канал связи и телефонный номер.

В результате выполнения последовательности действий, описанных в методическом пособии по данной лабораторной работе, можно получить модель работоспособной VoIP сети.

Сеть включает в себя реально существующее сетевое оборудование, такое как: маршрутизатор Cisco 2811, коммутатор Cisco Catalyst 2960-24TT [3], VoIP-телефоны Cisco 7960 и т.п.

В ходе выполнения работы была избрана топология сети, наиболее подходящая для изучения студентами. Также написано подробное методическое пособие с рекомендациями и исчерпывающим количеством демонстрационного материала.

Список литературы

1. Олифер В., Олифер Н., Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Учебник для вузов. 3-е издание – изд. Питер, 2007. – 960с.
2. James Kurose, Keith Ross, Computer Networking. A Top-Down Approach. — Pearson, 2012. — 889 с.
3. Тодд Леммл, Кевин Хейзл, CCNP. Настройка коммутаторов Cisco. Учебное руководство – М., Лори, 2002 – 464 с.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРА ТЕСТОВ ДЛЯ ПРОФИОРИЕНТАЦИОННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

А.В. Ботвинков, И.В. Балабуев

**Сибирский государственный университет водного транспорта
kis@nsawt.ru**

В настоящее время для оценки знаний или навыков учащихся, часто используют бумажные тесты, представленные в виде набора вопросов. Как показывает практика нет таких онлайн систем,

которые позволили однозначно заменить бумажный вариант тестов на электронный.

Ключевые слова: Система, тест, профориентация, конструктор, онлайн-система.

В сети интернет существует множество подобных систем, но большинство направлены на широкий спектр общественности. Малое количество тех систем, которые способны предоставить необходимый функционал обладают сложным интерфейсом, что затрудняет как процесс создания теста, так и его прохождение.

Была поставлена следующая задача: разработать систему создания тестов, а также тестирования, которая обладает максимально простым и понятным интерфейсом, имеет адаптивный дизайн, автоматизированная проверка ответов, выдача результатов, а так же их сохранение, возможность создание печатной версии теста или анкеты.

При разработке данной системы особое внимание уделялось интерфейсу. Помимо того, что сам интерфейс должен быть адаптивным, что позволит создавать или проходить тесты с мобильных устройств, он должен быть интуитивно понятным и не вызывать затруднения при работе. Это достигается тем, что количество элементов управления не большое[1].

Саму систему было решено разрабатывать на основе системы управления контентом Joomla! 3. В отличии от аналогов, она является бесплатной платформой и простой в плане освоения и понимания. Joomla позволяет обеспечить безопасность сайта, так как система отвечает всем современным требованиям в плане безопасности данных и быстродействия системы в целом.

Характерной особенностью разрабатываемой системы является просмотр статистики о пройденных тестах. Это позволит, к примеру, преподавателю, знать как определенный учащийся ответил на вопросы теста и с каким результатом, не тратя время на проверку.

В результате разработки будет получена независимая система, которая позволит быстро осуществлять процесс создания тестов и будет обладать простым и понятным интерфейсом.

Список литературы

1. Пряжникова Е.Ю., Пряжников Н.С. Профориентация. – М.: «Академия», 2006. – 204 с.

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО КОНФИГУРИРОВАНИЮ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ.

Д.А.Безрученко, А.В. Никулин

Новосибирский государственный технический университет

В данной работе рассмотрены возможности отечественного телекоммуникационного оборудования для создания стенда, направленного на проведение обучающих работ по практической настройке оборудования.

Ключевые слова: Eltex, PoE, Ethernet, WiFi, Asterisk.

Как показывает практика, для полного понимания процессов настройки телекоммуникационного оборудования лекционного материала недостаточно. Поэтому существует потребность в стендах, для проведения лабораторных работ, направленных на закрепление полученного лекционного материала.

Разработан лабораторный стенд, схема которого изображена на Рисунке 1. В данной работе использовалось оборудование отечественного производителя, компании ELTEX. На стенде присутствуют три управляемых коммутатора уровня L2+ (канальный уровень по сетевой модели OSI). Один коммутатор с поддержкой технологии PoweroverEthernet (PoE), позволяющий питать устройства по линии Ethernet. Присутствуют WiFi точки доступа: WEP-12ac — точка доступа WiFi с поддержкой технологии PoE, работает в двух диапазонах 2.4 и 5 ГГц, имеет 2 порта Ethernet; беспроводная точка доступа WEP-2ac имеет схожие характеристики. В точках доступа присутствует терминальный выход, WEB интерфейс для настройки. В данном стенде предусмотрена работа с VoIP. Для этого используются абонентские шлюзы IP-телефонии TAU-1M.IP, к которым подключаются аналоговые телефоны и персональные компьютеры. Шлюзы могут работать как в режиме моста, так и в режиме маршрутизатора, что позволяет решать разные задачи. Для работы с VoIP используется SIP сервер с программной мини АТС. За работу мини АТС отвечает программный продукт с открытым исходным кодом Asterisk. В качестве сервера применен персональный компьютер со следующими характеристиками: Процессор IntelCore I3, ОЗУ 4 ГБ,

сетевая карта 100 Mbps. Сервер работает под операционной системой Ubuntu 14.04. На сервере одновременно с мини АТС работает TFTP сервер, позволяющий загружать и выгружать рабочие конфигурационные файлы с коммутаторов точек доступа и шлюзов IP-телефонии. Персональные компьютеры имеют такие же технические характеристики, что и сервер, работают под операционной системой Ubuntu 14.04. Настройка телекоммуникационного оборудования происходит как через WEB интерфейс, так и по сети с использованием Telnet или SSH.

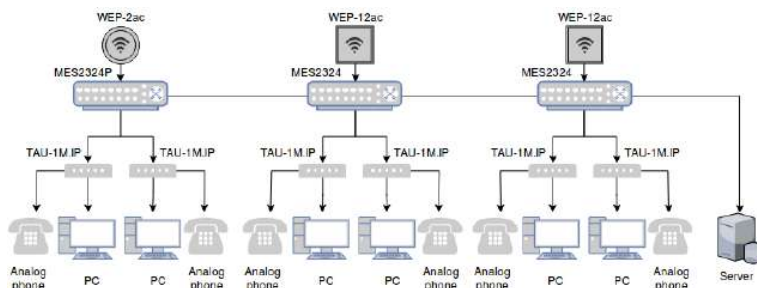


Рисунок 1– Структурная схема лабораторного стенда

Стенд рассчитан на одновременную работу шести бригад. В одной из работ команде предлагается настроить оборудование для совершения звонков по протоколу VoIP. Настройка проходит в два этапа. На первом этапе VoIP шлюзы получают статичные IP адреса, настраивается соответствующий данному режиму план набора, производятся пробные вызовы между аналоговыми телефонами. На втором этапе на одном из коммутаторов настраивается DHCP сервер, для автоматической раздачи адресов мобильным телефонам, которые подключаются через беспроводную точку доступа по WiFi. Настраивается план набора на мини АТС. На персональных компьютерах настраивается SoftPhone (программный телефон). После настройки появляется возможность совершать голосовые вызовы между аналоговыми телефонами, компьютерами и мобильными телефонами, подключенными к сети через беспроводные точки доступа.

Разработанный стенд может легко расширяться путем добавления соответствующего оборудования, благодаря коммутаторам, каждый из которых имеет 24 настраиваемых портов. В дальнейшем планируется добавить Web камеры, для обеспечения видеосвязи, ознакомления с технологиями IGMP, multicast. Применить транковый шлюз SMG-2,

предназначенный для сопряжения сигнализаций и медиа-потокa телефонных сетей общего пользования (ТСОП (Е1)) и VoIP сетей.

Список литературы

1. Олифер В.Г., Олифер Н.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 4-е изд. – СПб.:Питер, 2010. – 944 с.:ил.
2. Коломеец Г.П. Организация компьютерных сетей: учебное пособие / Г.П. Коломеец. – Запорожье : КПУ, 2012. -156 с.

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА КОМПЬЮТЕРНОЙ ИГРЫ В СРЕДЕ UNITY

М.В. Савченко, П.Ю. Бугаков

**Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
peter-bugakov@yandex.ru**

В докладе рассматриваются особенности видеоигр в жанре метроидвания. Выявляются проблемы разработки игр данного направления и предлагаются методы их решения на примере собственной разработки 2D игры в среде Unity. Описываются основные аспекты проекта и перечисляются некоторые программные решения.

Ключевые слова: Unity, C#, 2D, электронные развлечения, электронные игры

Развитие аппаратного и программного обеспечения оказало значительное влияние на индустрию электронных развлечений, в частности обеспечило независимым разработчикам игр более комфортные условия труда и возможность выйти на рынок со своими проектами. В Сибирском государственном университете геосистем и технологий была собрана команда единомышленников, в настоящий момент занимающаяся разработкой компьютерной 2D игры в жанре метроидвания. Это название сформировано от наименований наиболее знаменитых представителей жанра Metroid и Castlevania [1]. По своей сути игра представляет собой платформер, уровни которого выполнены в виде лабиринта.

Отсутствие большой популярности данного жанра обуславливается тем, что разработчики специально упрощают игровой процесс, отчего он часто становится однообразным и быстро надоедает игроку. Было

решено отойти от тенденции упрощения и сделать игру равномерно сложной в прохождении.

Дизайн уровней представляет собой присущий жанру лабиринт, однако для реализации тупиковых путей было придумано оригинальное решение. Вместо того, чтобы в конечном итоге сталкиваться с тупиком, у игрока есть возможность продвигаться дальше, но в случае выбора неверного пути сложность сегмента растёт, доходя до непреодолимой. В конечном итоге вместо простой стены, представляющей из себя тупик, игрок сталкивается с непроходимым сегментом уровня. При этом в процессе прохождения такого сегмента игрок заранее не знает непроходим ли он на самом деле или просто у него недостаточно навыков. Тем самым процесс прохождения становится более увлекательным и неверное решение наказывается более интересным способом. Также для внесения разнообразия игровой персонаж наделен большой маневренностью, позволяющей иметь больший контроль над игровым персонажем. Но особые навыки игрока для применения требуют затрат энергии, что вынуждает игрока рационально использовать эти навыки.

Для реализации проекта была выбрана доступная межплатформенная среда разработки компьютерных игр Unity. Программная реализация игровых алгоритмов выполняется на объектно-ориентированном языке C#.

Подводя итоги отметим, что на момент написания статьи выработана концепция по проекту, произведено планирование этапов разработки игры, создан дизайн уровней и персонажей, а также запрограммированы основные функции игрока и его взаимодействия с окружающими объектами игрового пространства. В частности, реализованы функции потери неуязвимости персонажа, возвращения в базовое состояние, перезапуска уровня игры, перехода на другую локацию, а также динамического движения камеры.

Несмотря на это, проект все еще находится на начальном этапе жизненного цикла и требует расширения команды, решения большого количества технических и организационных задач.

Список литературы

1. Виртуальный компьютерный музей 1997-2018 [Электронный ресурс] : проект Эдуарда Пройдакова. – Режим доступа : <http://www.computer-museum.ru/>

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО КОДИРОВАНИЯ В ВЕДОМСТВЕННЫХ РАДИОСИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

А.С. Шатова, С.В. Воробьева

Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, svetlana_v@ngs.ru

Особенностью ведомственных радиосистем являются требования по обеспечению заданной дальности действия при ограниченной мощности передатчика, минимизации габаритов и энергопотребления аппаратуры. Эта цель может быть достигнута только при использовании современных методов теории передачи цифровых сигналов, в частности, применения помехоустойчивого кодирования.

Проанализировав методы помехоустойчивого кодирования, можно сказать следующие: двоичный блочный турбокод с мягким декодированием целесообразно использовать в каналах передачи данных, где помеховые воздействия имеют характер флуктуационного шума.

Ключевые слова: ведомственные, стандарты, требования помехоустойчивость, турбокоды.

Работа подавляющего числа современных систем связи основана на передаче сообщений в цифровом виде. Сбой при приеме любого элемента цифровых данных способен вызвать значительное искажение всего сообщения в целом. По каналам связи передаются данные с высокими требованиями к достоверности передаваемой информации, что удовлетворить эти требования традиционными методами оказывается экономически невыгодным или просто невозможным. Высокоэффективным средством решения данной проблемы является применение помехоустойчивого кодирования.

Научно-технические достижения в области создания систем общего применения целесообразно использовать и при разработке ведомственных радиосистем передачи информации, которые применяются различными структурами и классифицируются как системы профессиональной мобильной радиосвязи (ПМР). Особенностью ведомственных радиосистем являются требования по обеспечению заданной дальности действия при ограниченной мощности передатчика, минимизации габаритов и энергопотребления аппаратуры. Эта цель может быть достигнута только при

использовании современных методов теории передачи цифровых сигналов, в частности, применения помехоустойчивого кодирования.

Очевидно, что при энергетическом выигрыше в 3 дБ мощность передатчика может быть уменьшена в 2 раза при прочих равных условиях, либо допустимый коэффициент шума приемника может быть увеличен на 3 дБ. Известна формула для дальности радиосвязи:

$$R = \sqrt{\frac{P_{TX} \cdot G_{TX} \cdot G_{RX} \cdot \lambda^2}{(4\pi)^2 \cdot P_{RX}}},$$

где P_{TX} — мощность передатчика, P_{RX} — мощность на входе приемника, G_{TX} — коэффициент усиления передающей антенны, G_{RX} — коэффициент усиления приемной антенны, а λ — длина волны. По этой формулы видно, что энергетический выигрыш в 3 дБ позволяет увеличить дальность связи на 40%, либо сократить размеры приемной или передающей антенны на 30%, поскольку коэффициент усиления и эффективная площадь антенны связаны следующим соотношением:

$$G = \frac{4\pi S}{\lambda^2}$$

Международным сообществом разработан ряд стандартов систем радиосвязи, которые направлены на удовлетворение потребности ПМР для обеспечения безопасности. Наиболее популярными среди них является: EDAKS, APCO 25, TETRA. Ведомственные радиосистемы имеют свои особенности, исходя из которых можно выбрать наиболее эффективное помехоустойчивое кодирование.

Требования, на которые опираются при анализе и выборе методов помехоустойчивого кодирования для наземных систем подвижной радиосвязи УКВ диапазона: вероятность ошибки на информационный бит $P_{ош}$ должна быть меньше 10^{-2} (при подобных значениях $P_{ош}$ с помощью современных алгоритмов речевого кодирования обеспечивается удовлетворительное качество связи [1]). Допустимая задержка при взаимодействии двух абонентов не должна превышать 0.35-0.5с, что ограничивает размер передаваемого пакета. Разнос между несущими частотами соседних каналов должен составлять 25 кГц, что ограничивает канальную скорость передачи.

В настоящее время в России и за рубежом разработано и выпускается большое количество радиомодемов [2], которые применяются как в радиоканалах с фиксированным расположением передающего и приемного устройств, так и в системах подвижной связи. В зависимости от назначения канальная скорость передачи

радиомодемов колеблется от 1200 бит/с до 19200 бит/с. Вид модуляции - частотная (FSK, MSK, GMSK), способ приема - на частотный детектор. Радиомодемы характеризуются практически теми же показателями, что и системы подвижной радиосвязи. Однако, радиомодемы более критичны к качеству связи (для передачи данных $P_{\text{ош}}$ должна быть меньше 10^{-5} - 10^{-6}) и менее критичны к энергопотреблению и массогабаритным параметрам.

Требования, на которые опираются при выборе системы помехоустойчивого кодирования для радиомодемов: вероятность ошибки на информационный бит $P_{\text{ош}}$ должна быть меньше 10^{-5} ; допустимая задержка при взаимодействии двух радиомодемов не должна превышать 0,5 с; разнос между несущими частотами соседних каналов должен составлять 25 кГц.

Анализ показал, двоичный блоковый турбокод с мягким декодированием целесообразно использовать в каналах передачи данных, где помеховые воздействия имеют характер флуктуационного шума. При наличии организованных помех, когда мощность помехи превышает мощность полезного сигнала, мягкое декодирование приводит к перерождению (трансформации) сообщений.

Список литературы

1. Золотарев В.В. Параллельное кодирование в каналах СПД // Вопросы кибернетики. 1986. Вып. 120. С. 56-58.
2. Самойленко СИ., Давыдов А.А., Золотарев В.В., Третьякова Е.И. Вычислительные сети. М.: Наука, 1981. 277 с.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФАЙЛОВ В ФАЙЛОВОЙ СИСТЕМЕ FAT32

К.С. Мысливец, А.В. Климова, А.Ф. Задорожный
НГАСУ(Сибстрин), zaf@sibstrin.ru

Данная работа является исследованием процесса восстановления файлов с носителя разной степени повреждённости, использующего файловую систему FAT32.

Ключевые слова: Файловая система, FAT32, восстановление файлов.

Файловая система FAT32 до сих пор является одной из самых распространенных файловых систем, но, несмотря на это, проблема восстановления файлов с повреждённых носителей остаётся актуальной из-за малой насыщенности рынка программного обеспечения программами для выполнения данной задачи и отсутствия каких-либо универсальных инструкций. Поэтому целью данной работы прежде всего следует считать выявление основных принципов и особенностей процесса восстановления файлов в файловой системе FAT32 в условиях разной повреждённости исходного носителя.

Схема носителя, отформатированного в системе FAT32, для определения возможных повреждений, с которыми можно столкнуться при эксплуатации носителя показана на таблице 1.

Можно выделить 4 основных вида повреждений:

1. Повреждение загрузочного сектора.
2. Повреждение сегмента памяти, отвечающего за вычисление свободного кластеров на носителе (FSInfo).
3. Повреждение таблиц FAT.
4. Повреждение области записей о каталогах и файлах

Таблица 1– Структура носителя

Загрузочный сектор
Структура FSInfo
FAT 1
FAT 2
Область записей о каталогах и файлах
Область данных

Так как FSInfo служит в основном для вычисления свободных кластеров диска, его отсутствие/повреждение не будет иметь большой роли на процесс восстановления файлов. Повреждение загрузочного сектора может привести к полной нечитабельности носителя, но, если таблицы FAT не будут повреждены, с большой вероятностью можно утверждать, что возможно полное восстановление всей информации, содержащейся на носителе. При повреждении таблиц FAT имеется высокая вероятность потери части информации, так как в большинстве ситуаций обе таблицы FAT повреждены так, что имеются сегменты не присутствующие ни в одной из таблиц FAT. При повреждении области записей о каталогах и файлах исходную структуру носителя, равно как и некоторые файлы восстановить не представляется возможным. Существует два вида восстановления повреждённых файлов: ручной и программный. Алгоритм восстановления файла подразумевает нахождение начального кластера файла в области каталогов и файлов и использование таблиц FAT для последовательного вычисления кластеров файла и последующего переноса их содержимого в HEX-формате в новый файл. Исходя из того, что стандартный размер кластера равен четырём килобайтам, ручное восстановление является непрактичным из-за чрезмерных объёмов информации для переноса и имеет смысл только для восстановления тестовых файлов малого объёма. Программный режим автоматизирует данный процесс, что значительно ускоряет процесс восстановления поврежденных файлов.

Список литературы

1. Брайан К., Криминалистический анализ файловых систем – Питер, 2007 – 480 с.
2. Гулятьев А., Восстановление данных – Питер, 2006 – 384 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО АППАРАТА ТЕХНОЛОГИИ LTE

А.С. Лугин, А.И. Фалько
СибГУТИ, falco@sibsutis.ru

Выбор подходящей элементной базы оказывает значительное влияние на работу устройства. В данном докладе предложена разработка схемы мобильного аппарата на основе готовых базовых элементов. По части исследования доклад включает моделирование «нисходящего канала» в среде MATLAB.

Ключевые слова: 4G, LTE, нисходящий канал.

Начальным этапом разработки является приведение структурной схемы разрабатываемого устройства (рисунок 1).



Рисунок 1 – Структурная схема подвижной станции

В дальнейшем, при выборе элементной базы, для построения мобильного терминала сети связи стандарта LTE, следует учитывать следующие особенности аппаратуры данного типа:

- необходимость компактного конструктивного исполнения;
- обеспечение высоких технических показателей;
- минимальная потребляемая от источника питания мощность;
- высокая надежность.

В качестве элементной базы выберем микросхемы:

- UXA23466 - Трансивер прямого преобразования 2х*2Tx;
- ADG436 - ВЧ ключ;
- ACPM-5007 - Усилитель мощности;
- ADL5324 - Малошумящий усилитель;
- GC5337- Телекоммуникационный процессор.

Все выбранные микросхемы свободно сочетаются между собой, обладают высокой надежностью. Микросхемы малогабаритны, имеют низкие токи потребления от источника питания 2-6 В.

По части исследования привожу модель «нисходящего канала» (рисунок 2) в среде MATLAB с целью исследования эффективности использования сверточного кода и турбокода.

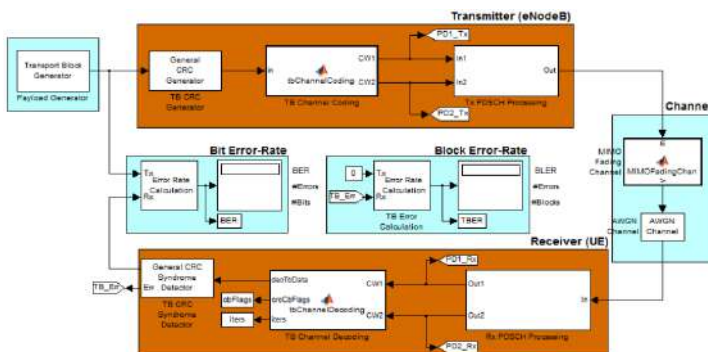


Рисунок 2 – Моделирование «нисходящего канала» в среде MATLAB

Целью данного доклада является:

Разработка мобильного аппарата технологии LTE и исследование эффективности использования сверточного кода, турбокода в MATLAB-модели «нисходящего канала».

Основные задачи:

- 1) Разработка принципиальной схемы мобильного аппарата на основе готовых базовых элементов с учётом их согласования.
- 2) Разработка MATLAB-модели для исследования характеристик отдельных блоков.

Результатом работы является принципиальная схема мобильного аппарата и MATLAB-модель с требуемым исследованием характеристик.

Список литературы

1. Гельгор А.Л., Технология LTE мобильной передачи данных: уч. пособие / А. Гельгор А.Л., Попов Е.А. – СПб.: Изд-во Политехн. у-та, 2011.
2. Носов В.И., Тимошук Р.С., Дроздов Н.В. Моделирование систем связи в среде MATLAB: Учебное пособие/СибГУТИ. – г.Новосибирск, 2006 г. – 170 стр.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОЙ ПРИСТАВКИ ДЛЯ АНАЛОГОВОГО ТЕЛЕВИЗОРА

Д.С. Русяев, А.И. Фалько
СибГУТИ, falco@sibsutis.ru

Парк абонентских аналоговых устройств огромен и их ресурс еще не полностью исчерпан, а современные телевизоры, к сожалению, не в полной мере поддерживают прием сигналов DVB-T2, а имеющиеся в продаже приставки не отличаются надежностью и высоким качеством приема сигналов.

Ключевые слова: Приставка для цифрового телевидения, DVB-T2, MPEG.

В настоящее время, на рынке имеется огромное количество цифровых приставок (ТВ ресиверов), однако, не все они способны стабильно принимать цифровой сигнал и обеспечивать должный уровень качества картинки.

Целью моей работы является проектирование приемной приставки для цифрового телевидения, учитывая все требования, предъявляемые для качественного просмотра вещательных мультиплексов, используя необходимые и приемлемые для данного случая компоненты.

Структурная схема цифровой приставки выглядит следующим образом (Рисунок 1):



Рисунок 1 – Структурная схема цифровой приставки к аналоговому телевизионному приемнику

Она состоит из селектора каналов (тюнера), АЦП и блока цифровой обработки сигналов.[2]

Самым первым функциональным блоком любого телевизионного приёмника является селектор каналов (тюнер). Селектор каналов выделяет и усиливает принимаемый высокочастотный радиосигнал, осуществляет настройку на выбранный канал и преобразует радиочастоту в более низкую промежуточную частоту или видеочастоту (преобразование на нулевую промежуточную частоту). [2,3]

В состав радиоблока кроме селектора каналов входит демодулятор сигналов OFDM/QAM, демультиплексор и корректор ошибок. Конструктивно это обычно одна микросхема-процессор.

Обобщенная структурная схема абонентской цифровой приставки-декодера (STB), которая может быть подключена к антенному входу обычного аналогового телевизора представлена на рисунке 2.[1]

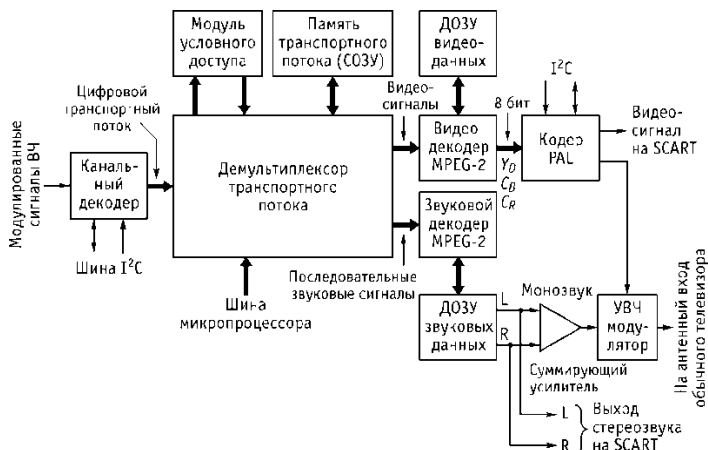


Рисунок 2 – Обобщенная структурная схема абонентской цифровой приставки-декодера

Целью доклада является:

Разработка электрической принципиальной схемы для приемной приставки цифрового телевидения пригодного для использования в домашних условиях с другой потребительской техникой.

Список литературы

1. Принципы построения абонентских цифровых приставок-декодеров: <https://studfiles.net/preview/5911588/page:8/> (дата обращения 12.04.2018)
2. Мамчев Г.В. Цифровое телевизионное вещание: Учебное пособие. – Новосибирск, СибГУТИ, 2012, - 612 с.
3. Мамчев Г.В. Цифровое телевизионное вещание: Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014, - 448 с.

РАЗРАБОТКА РЕДАКТОРА ИНФОГРАФИКИ

К.В. Катковская, В.Е. Чуркин, В.С. Харюткин
Сибирский государственный университет водного транспорта
ksumat@mail.ru

Инфографика постоянно расширяет свое присутствие в различных сферах, однако средства её создания зачастую недоступны непрофессионалам из-за финансовой дороговизны и сложности освоения. К тому же, качественных информационных материалов по созданию инфографики не так много на просторах русскоязычной части интернета.

Ключевые слова: Инфографика, веб-сервис, редактор, визуализация данных.

В настоящее время наблюдается существенный переизбыток информационного пространства вокруг человека. Люди просто не в состоянии воспринять всю информацию, которая ими встречается.

Чтобы донести определенную информацию до людей уже недостаточно просто открыть к ней доступ. Требуются методы и технологии для борьбы за внимание среднестатистического человека.

С этой задачей успешно справляется инфографика. Она широко применяется во множестве областей и сферы её применения постоянно расширяются. Это обусловлено тем, что визуальные образы наилучшим образом считывается человеком. Исследованиями доказано, что люди запоминают: 80% увиденного, 20% прочитанного и только 10% услышанного. Человеческий мозг в 60 000 раз быстрее обрабатывает визуальную информацию, чем текстовую[1].

Однако создание качественной инфографики это достаточно сложный процесс, особенно для людей, не знакомых с этой областью ранее.

С целью облегчения создания инфографики, а так же популяризации данного направления в русскоязычном сегменте сети интернет, было принято решения о создании редактора инфографики.

Разрабатываемый редактор направлен, в первую очередь, на существенное ускорение и упрощение процесса создания инфографики без ущерба её качеству и эстетической привлекательности. В редакторе имеется необходимое количество готовых шаблонов, большое количество качественных графических элементов. Вместе со статьями по графическому дизайну, открываются возможности создания и размещения качественной инфографики для совершенно незнакомых ранее с этой тематикой пользователей.

Редактор представлен в качестве веб-сервиса. Благодаря этому, пользователям не нужно устанавливать дополнительное программное обеспечение на свои устройства. Такой подход позволяет пользователям открывать публичный доступ к созданным работам прямо в редакторе, а так же экспортировать работы в социальные сети или собственные сайты буквально в два клика. Редактор обеспечивает удобный просмотр публичной работы, а благодаря возможности составления описания публичной работы она может получить дополнительные просмотры через поисковые системы.

Рабочее пространство редактора обладает инструментами и функциями для создания инфографики. Основные из них:

- Редактирование рабочей области для создания инфографики (изменения размера в пикселях).
- Добавление и редактирование текста (изменение размера шрифта, цвета, формата, коэффициента прозрачности)
- Добавление произвольных элементов (Режим рисования).
- Добавление и редактирование геометрических фигур (изменение размера, цвета, коэффициента прозрачности).
- Загрузка в редактор собственных изображений.
- Загрузка в редактор собственных шрифтов.
- Встроенный фоторедактор(изменение размера, обрезка, поворот, изменение коэффициента прозрачности)
- Сохранение созданной инфографики на устройство пользователя в формате JPEG/PNG.

Большая часть работы по созданию инфографики происходит на стороне клиента и реализовано на языке Javascript. Это существенно снижает нагрузку на сервер, которая в данном случае, сводится только к функции сохранения работы. Для серверной обработки данных используется язык PHP. Для хранения данных используется СУБД mysql.

В отличие от схожих сервисов, разрабатываемый редактор предоставляет все вышеописанные возможности полностью бесплатно, а некоторые функции, не встречаются нигде более. Разрабатываемый редактор имеет основную ориентацию на русскоязычный сегмент сети интернет и может претендовать на существенную долю в этом сегменте.

Список литературы

1. Маккэндлесс Д., Инфографика. Самые интересные данные в графическом представлении. – М.: «Манн, Иванов и Фербер», 2013. – 264 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ТРАНСПОРТЕ

Д.А. Сумина, Т.А. Распопина
СГУПС, raspopina_ta@mail.ru

Статья посвящена использованию облачных технологий на транспорте. Облачные технологии уже являются неотъемлемой частью транспортно-логистических процессов и в дальнейшем будут играть еще большую роль в этой сфере.

Ключевые слова: Облачные технологии, транспорт, оптимизация загрузки транспортных единиц, оптимизация маршрутов перевозки

Облачные вычисления – средства хранения и доступа к данным и программам через Интернет, а не жесткий диск вашего компьютера.

Существует три модели облачных вычислений.

Программное обеспечение как услуга (SaaS, Software as a Service). Потребителю предоставляются только приложения, выполняемые на облачной инфраструктуре.

Платформа как услуга (PaaS, Platform as a Service). Потребителю предоставляется работоспособная платформа для развертывания на облачной инфраструктуре необходимого ему программного обеспечения.

Инфраструктура как услуга (IaaS, Infrastructure as a Service). Потребителю предоставляются средства обработки данных, хранения, сетей и других базовых вычислительных ресурсов, на которых потребитель может развертывать и выполнять произвольное программное обеспечение, включая операционные системы и приложения.

Границы между локальной вычислительной техникой и облачными вычислениями на сегодняшний день очень размыты. Это потому, что облако является частью почти всех наших компьютеров. Эти облачные сервисы можно сравнивать по нескольким параметрам, таким как мобильность доступа, возможность редактирования файлов, а также наличие стартового бесплатного пространства и его объемы.

Грузоперевозки — это рынок, где существует моментальный спрос и предложение. В «облаках» есть возможность создать единую платформу для грузовладельцев (тех, кому надо везти грузы) и перевозчиков. Вы размещаете заявку на перевозку и тут же видите лучшие предложения от других участников облачной платформы.

Оптимизация загрузки транспортных единиц и маршрутов перевозки, отслеживание грузов в online режиме на протяжении всего пути – такие задачи требуют скорости обработки, высокой точности и согласованности в логистических операциях. В качестве преимуществ облачных технологий на транспорте могут служить надежная система управления перевозками, возможность хранения и обмена документацией на перевозку, отслеживание местоположения груза.

Хранение документации на перевозку — большая проблема. В «облаке» есть возможность автоматизировать этот процесс: во-первых, отпадает необходимость устанавливать, а затем и обновлять программное обеспечение. Во-вторых, внесение необходимых данных в можно оставить перевозчику, высвобождая этим собственный трудовой ресурс.

Отслеживание передвижения груза по маршруту помогает компании рассчитать точное время прибытия транспортного средства в точку доставки. С помощью этих данных можно планировать поставки и решить проблему пустых полок и лишних запасов.

Однако, облачные технологии могут оказаться полезными не только в сфере транспортного планирования, но также как фактор развития дорожной городской инфраструктуры. Облачные технологии в данной сфере могут применяться для сбора и хранения геоинформационных данных. Под геоданными в данном случае подразумевается информация о дорожно-транспортной сети, адресная база, дорожные знаки, статистика по пробкам и т.д.. Например, одна только возможность переключения режима светофоров в зависимости от текущей нагрузки дорог способна значительно снизить пробки. Подобные меры существенно сократят нагрузку на транспортную систему, что позволит сократить затраты на развитие дорожно-транспортной инфраструктуры городов.

Реализация облачных технологий в холдинге «РЖД» к 2020 году позволит существенно преобразовать модель предоставления сервисов подразделениям. Гибкость виртуальной среды будет реализована за счёт решения по динамическому распределению нагрузки на физическое оборудование, что подразумевает автоматический перенос систем без их остановки на менее загруженное оборудование. Данные возможности также позволят повысить доступность и надёжность систем за счёт ремонта и обслуживания оборудования без остановки функционирования систем.

Список литературы

1. Глазунов С. Бизнес в облаках. Чем полезны облачные технологии для предпринимателя
2. Что такое облачные технологии и зачем они // IT-лаборатория, 2012.

ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ

А.В. Колобова, А.А. Непочатых, А.О. Коломеев
Сибирский государственный университет путей сообщения

Статья посвящена изучению дополненной реальности в сфере образования. Главное достоинство дополненной реальности - это то, что обучение становится интереснее и красочнее.

Ключевые слова: Дополненная реальность, информационные технологии

Каждый из нас когда-то учился в школе, и у каждого было ощущение, что чего-то не хватает, вроде бы все есть, книги, учитель, живое общение, но почему-то, даты важнейших исторических событий быстро забывались, а формулы, которые давались на физике и математике, были непонятны и не усвоены. Все почему? У человека есть несколько органов восприятия информации. Если включить их все, то информация усваивается лучше и эффективнее. Чем меньше органов мы задействуем, тем хуже воспринимается информация, так как полной картины мы ощутить не можем. Именно поэтому, когда нам рассказывали о ходе какого-нибудь исторического события, то мы ограничивались только слухом. Это очень сковывало понимание и восприятие.

Информационные технологии развиваются из года в год. Специалисты создают новые технологии, помогающие сделать жизнь человека легче и интереснее. Сегодня активно развивается AR (от англ. augmented reality – дополненная реальность) которая дополняет человеческое восприятие мира. AR реальность дополняет нашу повседневную жизнь, позволяя, не выходя из дома, увидеть, к примеру, Эйфелеву башню. Цель данного исследования проанализировать модель использования технологии дополненной реальности в сфере образования.

Для достижения поставленной цели, необходимо решить задачи:

- провести анализ существующих проектов дополненной реальности;

- провести анализ технического обеспечения для создания дополненной реальности;
- провести анализ возможностей применения дополненной реальности в образовательной сфере;
- разработать приложения для изучения исторических событий и известных научных деятелей.

На сегодняшний день существуют уже готовые приложения на основе дополненной реальности в сфере образования. С помощью данных приложений можно изучать предметы, независимо от того, есть ли специализированное оборудование или нет.

Для изучения того или иного предмета с помощью дополненной реальности необходимо следующее техническое обеспечение:

- очки;
- web-камера.

С помощью данных устройств можно в любое время продолжить изучать тот или иной предмет.

Разработанное приложение предоставит красочное представление того или иного исторического сражения, например, Куликовская битва. Это событие можно будет изучить от начала до конца, а также появится интерес в изучение известных научных деятелей любой эпохи.

Не секрет, что многим ученикам или студентам скучно изучать какое-либо сражение, либо слушать информацию про научного деятеля однотонным голосом. С помощью данного приложения появится к этому интерес, т.к. сейчас технологии развиваются и больше становятся популярны среди нового поколения.

Учеными проведены эксперименты, результаты которых показали, что ученики или студенты лучше воспринимают материалы с использованием дополненной реальности, тогда как с использованием двумерных материалов усвоение информации снижалось вдвое. Также выяснено, что трехмерные изображения стимулируют мышление, развивают моторику, повышают степень усвоения информации.

Для достижения данной цели решены следующие задачи:

- проведен анализ существующих проектов дополненной реальности;
- проведен анализ технического обеспечения для создания дополненной реальности;
- проведен анализ возможностей применения дополненной реальности в образовательной сфере;
- разработано приложение для изучения исторических событий и известных научных деятелей.

Список литературы

1. Copyright [Электронный ресурс] / Применение дополненной реальности в сфере образования. – URL: <http://privetstudent.com>

РАЗРАБОТКА ЛИЧНОГО КАБИНЕТА И СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ПОРТФОЛИО ОБУЧАЮЩИХСЯ СГУГИТ

А.В. Плюснин, К.С. Лебедева, В.О. Сирин-оол

**Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
v.sirin@ssga.ru**

В докладе рассматривается процесс создания web-приложений «Личный кабинет» и «Портфолио» для их применения в рамках электронной информационно-образовательной среды СГУГиТ. Личный кабинет предоставляет обучающемуся доступ к основной образовательной информации. Система портфолио предназначена для поиска и просмотра электронных портфолио, что позволит работодателям в удобной форме знакомиться с достижениями обучающихся. Разработанные авторами приложения в настоящее время осуществляют свое практическое назначение.

Ключевые слова: web-разработка, электронное портфолио, личный кабинет, web-приложения, информационно-образовательная среда.

Согласно требованиям федеральных государственных образовательных стандартов все высшие учебные заведения должны иметь электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС). ЭИОС университета включает в себя совокупность различных компонентов, в том числе личный кабинет и систему электронного портфолио. Личный кабинет предоставляет обучающемуся доступ к расписанию, успеваемости, формированию портфолио, данным о стипендиальных выплатах, учебному плану и другим полезным материалам. Электронное портфолио как отдельный веб-ресурс ориентировано на привлечение внимания работодателей к достижениям обучающихся, при рассмотрении последних в качестве своих потенциальных сотрудников.

Цель работы – создание web-ресурсов «Личный кабинет» и «Электронное портфолио обучающегося» для ЭИОС СГУГиТ.

Задачи, решаемые в процессе выполнения работы: анализ требований к приложениям, проектирование, разработка дизайна, установка и настройка программного обеспечения, написание

программного кода, проведение базового тестирования, внедрение и сопровождение.

В процессе работы были выбраны и использованы следующие технологии: серверное программное обеспечение GlassFish и NGINX; набор спецификаций для языка Java; сервер баз данных PostgreSQL; стек для web-разработки: html, css, js, ajax и т.д.

В целях обеспечения безопасности данных были предприняты следующие меры: разграничение прав пользователей и групп в ОС CentOS и на сервере PostgreSQL; грамотная настройка серверного ПО: NGINX и GlassFish; проверка пользователя по токену, хранение информации в сессии; разработка личного кабинета и системы портфолио как независимых друг от друга web-приложений.

Для заполнения личного кабинета персональной информацией об обучающемся была осуществлена выгрузка из базы данных системы 1С:Предприятие ВУЗа.

Принцип взаимодействия личного кабинета и системы электронного портфолио может быть описан поэтапно: обучающийся добавляет новые достижения через личный кабинет; преподаватель проверяет (подтверждает или отклоняет) добавленные обучающимся достижения через панель администрирования; работодатель заходит в систему электронного портфолио и просматривает портфолио обучающихся.

Личный кабинет доступен по адресу <http://lk.sgugit.ru>. Меню приложения включает следующие разделы: «Профиль», «Расписание», «Успеваемость», «Портфолио», «Стипендия». Электронное портфолио обучающегося располагается по адресной ссылке <http://portfolio.sgugit.ru>. В данном разделе отображаются списки достижений и учебных отчетов обучающегося с возможностью добавления, редактирования или удаления записей.

Результатом выполненной работы являются два независимых web-приложения: «Личный кабинет» и «Электронное портфолио обучающегося», которые в настоящее время функционируют в рамках ЭИОС СГУГиТ. Внедрение вышеназванных разработанных систем в работу университета должно способствовать эффективности информационно-образовательных процессов, осуществляемых в университете. Работа по расширению и усовершенствованию функциональных возможностей личного кабинета и электронного портфолио продолжается.

Список литературы

1. Федеральный закон от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ "Об информации, информационных технологиях и о защите информации"
2. Электронная информационно-образовательная среда СГУГиТ [Электронный ресурс] //официальный сайт СГУГиТ, URL: <http://sgugit.ru/eios-sgugit/>

ЭЛЕКТРОННЫЙ КУРС ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТОРОВ УКЛАДОЧНЫХ КРАНОВ

Э.С. Бондарев, Н.А. Маслов

**Сибирский государственный университет путей
сообщения, bondareff.edik@yandex.ru**

В рамках работ, выполняемых по гранту ОАО «РЖД» для создания электронного учебника и тренажера «Укладочный кран УК-25/9-18» разработаны модули системы обучения машинистов путеукладочного крана (разделы электронного учебника, в т.ч. видеоуроки с аудио сопровождением, конспекты лекций, словарь терминов, тестовые задания); модули тренажера-симулятора путеукладочного крана (3D модели элементов и крана; сценарии уровней игры-симулятора крана - техническое задание для программистов).

Ключевые слова: Укладочный кран, электронный учебник, видео урок, тренажер машиниста.

Цель работы: создание модулей системы обучения машинистов укладочного крана УК-25/9-18 (работа выполняется по гранту ОАО «РЖД» и гранту СГУПС на выполнение НИРС).

Задачи работы: разработка модулей электронного курса обучения машинистов кранов (разделы электронного учебника, в т.ч. сценарии видеоуроков, озвучивание видеоуроков; разработка тестовых заданий по разделам); разработка модулей тренажера-симулятора путеукладочного крана (3D моделирование элементов крана; сценарии уровней игры-симулятора крана); оценка эффективности практического применения системы обучения машинистов укладочного крана УК-25/9-18 на производстве.

Система обучения для машинистов укладочного крана разработана с учетом требований учебных планов и программ для

профессионального обучения по профессии машинист железнодорожно-строительных машин (ЖДСМ) ОАО «РЖД».

Методы исследований: компьютерное моделирование, анализ, классификация, формализация и прогнозирование.

Полученные результаты: модули электронного курса обучения машиниста крана по эксплуатации и управлению краном (10 разделов электронного учебника, в т.ч. 10 видеоуроков с аудио сопровождением, 10 конспектов лекций, словарь терминов, 120 тестовых заданий); модули тренажера-симулятора путеукладочного крана (в программе SolidWorks созданы 3D модели деталей и узлов крана, в т.ч. постов управления краном; в программе AutomationStudio разработаны виртуальные модели гидравлической, пневматической и электрической систем крана, позволяющие выполнять поиск и выбирать пути устранения неисправностей узлов и систем; сценарии 10 уровней игры-симулятора крана - техническое задание для программистов).

Ожидаемые результаты: оценка эффективности практического применения системы обучения машинистов укладочного крана УК-25/9-18 на производстве (рекомендации по устранению недостатков в подготовке машинистов); снижение затрат на подготовку квалифицированных специалистов для ОАО «РЖД».

Апробация и внедрение работы: основные положения и результаты работы представлены на университетских (НИМ-2017, ДН-2018), межвузовских и международных конференциях (Научное сообщество студентов XXI столетия; Подъемно-транспортные, строительные, дорожные, путевые машины и робототехнические комплексы), научно-практических семинарах и выставках (Технико-экономические советы ЗСЖД, Учисб-2018); получен студенческий грант на выполнение НИРС; участие в апробировании системы обучения машинистов укладочного крана УК-25/9-18 в СГУПС при подготовке специалистов по наземным транспортно-технологическим средствам (в т.ч. на базовой кафедре «Устройство и эксплуатация путевых машин» (ПМС-20, ст. Крахаль), а также при повышении квалификации кадров ОАО «РЖД» в ИТТиПК СГУПС; участие во внедрении системы обучения машинистов укладочного крана УК-25/9-18 на сети Российских железных дорог.

Список литературы

1. Абрамов, А. Д., Маслов, Н. А. Технологическое обеспечение эксплуатационной надежности выправочно-подбивочно-рихтовочных машин ВПР-02 [Текст] / А. Д. Абрамов, Н. А. Маслов // Главный механик, 2015. - № 10, с48.-53.
2. Маслов, Н. А. Анализ неисправностей выправочно-подбивочно-рихтовочных машин ВПР-02 [Текст] / Н. А. Маслов // Политранспортные системы: М-лы VIII Международной научно-технической конференции в рамках года науки Россия-ЕС «Научные проблемы реализации транспортных проектов в Сибири и на дальнем востоке». – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2015, с.704-708.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА 3DSMAX В СОЗДАНИИ ВИДЕОКЛИПА

Е.В. Радченко

**Новосибирский государственный университет экономики и
управления «НИНХ»**

Доклад будет посвящен особенностям разработки и моделированию трехмерной анимации в программе 3dsmax.

Ключевые слова: 3dsmax, моделирование, риггинг, системы частиц, этапы создания видеоролика

3д моделирование и анимация являются на сегодняшний день самыми развивающимися областями, имеющими широкое применение в профессиональной деятельности.

Области применения трехмерного моделирование достаточно широки от индустрии развлечений до строительной сферы, промышленного производства, а также медицины. Для решения задач связанных с трехмерным моделированием существует большое количество программных комплексов, которые можно разделить на две группы «дизайнерские» и «инженерные». Для компьютерных игр и дизайна используются 3ds Max, Maya, Autodesk Alias, Cinema 4D, Blender, для инженерных работ используются AutoCAD, Компас-3D, SolidWorks.

Самой популярной для создания анимации и сложных эффектов является 3dsmax разработанной компанией Autodesk.

Однако у данного программного комплекса имеются проблемы, одна из которых сложность работы с высоко полигональными

объектами требующие скрупулёзной работы с мелкими деталями в многократном увеличении. Разработчик использующий 3dsmax должен обладать необходимыми навыками разработки 3d моделей и их анимации в должной мере, иначе конечный результат не оправдает ожидаемый. Особенно это проблема проявляется, когда заказчик покупает услуги 3d разработчика, не имея специализированных знаний для полного описания сценария. Еще одной проблемой использования 3dsmax является весьма долгое время рендеринга.

Целью данной работы является создание видеоролика по сценарию с использованием программы 3dsmax.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- написать сценарий видеоролика;
- создать персонаж и необходимые объекты для анимации;
- создать и наложить текстуры на трехмерные объекты;
- анимировать трехмерные объекты, используя возможности программы 3dsmax;
- использовать систему частиц для реалистичности сцен;
- создать необходимые камеры, а также отследить движения камеры при создании трехмерной анимации;
- установить необходимые источники света;
- подобрать необходимые звуковые файлы для ключевых кадров;
- выполнить рендеринг видео.

Реализация данного проекта возможна в программе Autodesk 3DS Max, которая позволяет выполнить все перечисленные задачи, связанные с созданием видеоролика.

На данный момент уже создан тестовый видеоролик, который демонстрирует все выполненные задачи.

В итоге было создано видео, фрагмент которого представлен (Рисунок1) с помощью ручной анимации рендеринг которого занял свыше 6 часов.



Рисунок 1- фрагмент видеоролика.

Таким образом, компьютерное трёхмерное моделирование и анимация позволяют, «оживить» любой сценарий, детально проработать каждый объект участвующий в сценах.

Список литературы

1. Горелик А. Самоучитель. 3ds Max 2018. - БХВ-Петербург, 2018. — 528 с.
2. Уроки компьютерной графики 3D MAX и V-ray [Электронный ресурс] URL: http://3deasy.ru/mini_uroki/render_video.php(Дата обращения 26.04.2018)

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

Р.А. Овчинников, И.И. Некрасова

**Сибирский государственный университет путей сообщения
irinanekrasova@mail.ru**

В докладе выявляются преимущества использования в производственном процессе табличного процессора Microsoft Excel, редактора Visual Basic for Applications, графического редактора AutoCAD как компьютерных средств автоматизации инженерных расчётов и построений в сфере железнодорожного транспорта.

Ключевые слова: автоматизация, компьютеризация, связь данных, инженерные расчёты и построения.

В работе железнодорожного транспорта России сегодня большое внимание уделяется отлаженности выполнения производственных

процессов, связанных и организацией движения поездов, и маневровой работой, и с диагностикой и ремонтом транспортной инфраструктуры. В связи с этим на предприятиях ставятся задачи автоматизировать выполнение производственных процессов, которые основаны на трудоёмких инженерных расчётах и построениях.

Актуальность рассматриваемой темы обусловила выбор объектно-предметной области исследования, постановку цели и задач. Основная цель доклада – определить возможности автоматизации инженерных расчётов и построений в сфере железнодорожного транспорта при минимальных капиталовложениях, на основе стандартного ПО: *MicrosoftExcel*, редактора *VisualBasicforApplications*. Не менее важно и определить целесообразности внедрения результатов работы в ход выполнения прикладных инженерных расчётов и построений.

Итак, для достижения цели нам необходимо, во-первых, комплексно исследовать возможности стандартного ПО: табличного процессора *MicrosoftExcel*, а также редактора *VisualBasicforApplications* (VBA), во-вторых, выявить конкретную область для внедрения в неё указанного ПО, в-третьих, смоделировать производственную ситуацию с применением результатов работы. И в заключение на основании проделанной работы сделать конструктивный вклад в оптимизацию работы железнодорожного транспорта посредством выявления целесообразности применения результатов работы в ход решения производственных задач.

Мы полагаем, что работа современного инженера на железнодорожном транспорте может быть качественно оптимизирована применением табличного процессора *MSExcels*. К примеру, успешное освоение студентами технологии программирования на VBA в среде *MSExcels* может быть применено и в других приложениях, интегрированных с технологией *ActiveXAutomation*, например, в *AutoCAD*.

Возьмём в качестве примера область работы железнодорожного транспорта – путевое хозяйство. Производственный процесс заключается в следующем: инженеры должны произвести промеры 18-ти километров перегона «А – Б», по результатам промеров: выявить дефекты расчётным путём, свести результаты в единую электронную ведомость с возможностью отправки на предприятие, проиллюстрировать результаты работы в виде чертежа продольного профиля пути перегона с дальнейшей возможностью его печати и оперативной выдачи локомотивным бригадам и ремонтным группам.

В редакторе *VBAAutoCAD* составлена программа расчёта, диагностики на дефекты верхнего строения пути перегона «А – Б» с

дальнейшей иллюстрацией полученных результатов чертежом. Как видно, VBA позволяет автоматизировать выполнение однотипных действий в AutoCAD сколь угодно раз.

Итак, мы определили дополнительные возможности автоматизации инженерных расчётов и построений в сфере железнодорожного транспорта при минимальных затратах— на основе *MicrosoftExcel*, редактора *VisualBasicforApplications*. Но главный результат –выявлена и обоснована целесообразность внедрения результатов работы в ход выполнения прикладных инженерных расчётов и построений на железнодорожном транспорте.

Список литературы

1. Основы программирования в AutoCAD. Технологии ActiveXAutomationVBA в среде проектирования AutoCAD для решения задач электромеханики: учеб. пособие\ С. П. Минеев; Самар. Гос. Техн. ун-т. Самара, 2015. 83 с.
2. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации (ред. От 30.03.2015) [электронный ресурс] URL: https://пгэ2015.пф/pte_isi_idp.html

СИНТЕЗ ВЗВЕШИВАЮЩЕЙ ФУНКЦИИ МЕТОДОМ ЧАСТОТНОЙ ВЫБОРКИ

И.Н. Платонова, И.С. Савиных

**Новосибирский государственный технический университет,
isavinykh@mail.ru**

Получены соотношения для расчета взвешивающей функции методом частотной выборки. Определены её основные параметры: максимальные потери преобразования, паразитная амплитудная модуляция, эффективная шумовая полоса и максимальный уровень боковых лепестков спектра. Произведено сравнение синтезированной взвешивающей функции с взвешивающей функцией Блэкмана. Результаты сравнения показывают целесообразность применения метода частотной выборки для синтеза взвешивающих функций.

Ключевые слова: взвешивающая функция, дискретное преобразование Фурье, метод взвешивания.

Взвешивающие функции (ВФ) используются при решении ряда задач цифровой обработки сигналов [1, 2]: при гармоническом анализе [3, 4] и синтезе фильтров с конечной импульсной характеристикой

(КИХ-фильтров) [1, 2]. При синтезе ВФ используются различные способы и методы [3, 4]. При этом определяемых параметров ВФ достаточно много и не возможен синтез ВФ, являющейся оптимальной во всех смыслах. Основными параметрами ВФ являются: максимальный уровень боковых лепестков ($УБЛ_{\max}$), когерентное усиление сигнала (КУ), эквивалентная шумовая полоса (ЭШП), паразитная амплитудная модуляция (ПАМ) и максимальные потери преобразования (МПП) [3, 4].

При синтезе КИХ-фильтров используют метод частотной выборки [1, 2], при котором осуществляется обратное дискретное преобразование Фурье (ДПФ) идеализированной амплитудно-частотной характеристики (АЧХ). При задании идеализированной АЧХ отсчеты в полосе пропускания полагаются равными единице, в полосе заграждения – нулю, а в полосе перехода задаются отсчеты, значение которых определяется исходя из условия максимизации минимального затухания в полосе заграждения. Применимо к синтезу ВФ метод частотной выборки может обеспечить относительную простоту вычисления значений ВФ, поскольку ВФ может быть представлена усеченным косинусным рядом, при минимизации $УБЛ_{\max}$.

Цель работы – синтезировать ВФ методом частотной выборки и сравнить ее с взвешивающей функцией, близкой по параметрам.

Для определения ВФ с двумя отсчетами в полосе перехода необходимо найти коэффициенты T_1 и T_2 . Согласно методу частотной выборки коэффициенты в полосе перехода определяются из условия минимума АЧХ (в данном случае спектра) в полосе заграждения (в данном случае это соответствует минимизации $УБЛ_{\max}$) [1, 2]. Получены следующие значения коэффициентов $T_1=0,61129$ и $T_2=0,11129$, и выражение для ВФ

$$w[n] = 0,40897 + 0,5 \cdot \cos \left[\frac{2\pi k(n-\alpha)}{N} \right] + 0,091028 \cdot \cos \left[\frac{4\pi k(n-\alpha)}{N} \right]. \quad (1)$$

Из [3, 4] следует, что (1) близка к определению взвешивающей функции Блэкмана. Поэтому было произведено сравнение ВФ, полученной методом частотной выборки (ЧВ) по основным параметрам с функцией Блэкмана, приведенное в таблице 1.

Таблица 1

ВФ	УБЛ _{max} , дБ	K _y	ЭШП, бин	ПАМ, дБ	МПП, дБ
ЧВ	-64,19	0,409	1,77	1,05	3,53
Блэкмана[3]	-58	0,42	1,73	1,10	3,47

Проанализировав значения параметров, приведенных в таблице можно сделать вывод, что взвешивающая функция, синтезированная методом частотной выборки, является близкой по расчетному соотношению и параметрам к взвешивающей функции Блэкмана. Таким образом, метод частотной выборки позволяет синтезировать взвешивающие функции с параметрами, не уступающими существующим.

Список литературы

1. Ifeakor E.C. Digital signal processing: a practical approach / E.C. Ifeakor, B.W. Jervis. - New York : Prentice Hall, 2002. - 933 p.
2. Lyons R.G. Understanding digital signal processing. - NJ: Prentice Hall, 2011. - 954 p.
3. Дворкович В.П., Дворкович А.В. Оконные функции для гармонического анализа сигналов. М.: Техносфера, 2014. – 112 с.
4. Harris F.J. On the Use of Windows for Harmonic Analysis with the Discrete Fourier Transform, – Proc. IEEEvol. 66, pp. 51 – 83, Jan. 1978.

РЕТРАНСЛЯЦИЯ СИГНАЛОВ С ПОМОЩЬЮ СПУТНИКОВОГО ТРАНСПОНДЕРА

Е.К. Зеленина, М.А. Степанов

**Новосибирский государственный технический
университет m.stepanov@corp.nstu.ru**

Рассмотрены характеристики спутникового транспондера и эксплуатационные параметры канала передачи BER, FER, MER. Актуальность данной работы состоит в необходимости достоверной оценки энергетических характеристик ретранслятора на этапе проектирования для эффективного использования ресурсов космического аппарата.

Ключевые слова: спутниковый транспондер, ретрансляция сигналов, энергетические характеристики, ретранслятор, космический аппарат

Сегодня спутниковое ТВ -это один из самых популярных методов просмотра передач, который известен уже давно и поэтому всё больше людей выбирают именно его. На спутнике обычно располагается несколько транспондеров, которые выполняют функции приёма и передачи сигналов.

Transponder - это сокращенное название из английского языка, которое образовалось от слов transmitter и responder ("передатчик", "ответчик").

Это целый набор устройств, который состоит из:

- Приёмно-передающего оборудования
- Нескольких антенн
- Оборудования для обработки сигналов

В аналоговом спутниковом телевидении один канал занимал один транспондер. Это сильно ограничивало число передаваемых каналов со спутника. С появлением цифрового телевидения стало возможным при использовании одного транспондера передавать большое количество каналов.

Количество каналов определяется скоростью потока вещания транспондера (SR — «Symbol Rate», измеряемая в МГц) и степенью сжатия изображения и звука в транслируемых каналах. Чем выше сжатие, тем больше каналов можно передать в одном транспондере, но это ухудшает качество изображения и звука.

Для снижения вероятности потери информации в полезный сигнал вводят дополнительную служебную информацию, которая служит для восстановления потерянных фрагментов.

Были рассмотрены следующие параметры канала:

1. Уровень сигнала в канале.
2. MER (Modulation Error Ratio), или Коэффициент ошибок модуляции. MER близок параметру SNR (сигнал/шум). В некоторых странах вместо параметра MER применяют EVM (Величина вектора ошибки).
3. BER (Bit Error Ratio), или Коэффициент битовых ошибок. Он характеризует частоту появления ошибочно восстановленных битов в демодулированном потоке данных и для стандарта DVB-C измеряется в двух точках: до декодера Рида Соломона и после него. Поэтому фактически это два параметра, которым часто присваивают названия preBER и postBER. Параметр postBER — та величина, которую пользователю иногда предъявляют как значение счетчика ошибочных пакетов за интервал наблюдения.

4. FER (FrameError Rate) - частота появления ошибок в кадре. FER определяется как отношение количества кадров, принятых с ошибками, к общему числу переданных [1].

Полученные знания будут использованы в наших будущих исследованиях для магистерской диссертации.

Список литературы

1. Конорев, А. Особенности измерения параметров каналов с цифровой модуляцией / А.Конорев // ТЕЛЕ-СПУТНИК. – 2010. - №9(179). – С. 14-23.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ СОПРОВОЖДЕНИЯ АБИТУРИЕНТОВ

Н.А. Ужайкин, А.М. Каширина

Новосибирский государственный технический университет,

AnnaM.Kashirina@gmail.com

Проанализирована необходимость разработки системы сопровождения абитуриентов, проведен анализ существующих сайтов, описана разработанная система на примере экономических направлений вузов г. Новосибирска.

Ключевые слова: абитуриент, сайт университета, направление обучения

Практически каждый абитуриент сталкивается с необходимостью поиска места и направления обучения. В связи с этим у него возникает большое количество вопросов. Основным источником информации для абитуриентов являются официальные сайты университетов. Но многие из них предоставляют ее в неудобном и неструктурированном виде. Прежде чем зайти на официальный сайт университета, необходимо знать какие университеты есть в желаемом городе и по каким направлениям они ведут подготовку. Если первый вопрос может и не вызвать серьезных затруднений, то для ответа на второй, скорее всего, придется зайти на каждый сайт и в сложной структуре найти список направлений, по которым ведется подготовка в данном университете.

Обычно, официальные сайты не дают возможности подобрать направление подготовки по каким-то параметрам, а предоставляют лишь статичную информацию о них. Типичный пример: на сайте расположена страница для абитуриентов, на которой собрано большое

количество ссылок на различные разделы сайта. Разобраться в таком большом количестве информации достаточно сложно. На каждой отдельной странице представлена какая-то конкретная информация о направлении, например, минимальных проходной балл или количество бюджетных мест. Причем на этой странице содержится информация обо всех направлениях университета.

Конечно, существуют сервисы, которые должны помочь с поиском направлений. Но на практике, они содержат неактуальную, а также плохо структурированную информацию. Самыми популярными из них являются ucheba.ru, postupi.online, vuzopedia.ru. Все они имеют преимущество в виде большой базы направлений подготовки в различных регионах страны. Главным недостатком всех сервисов является неактуальность предоставляемой информации, а также ее ограниченность.

Для решения данной проблемы была разработана система, по выбору направления подготовки высшего образования по экономике и управлению, предназначенная для облегчения поиска желаемого направления подготовки в городе Новосибирске.

Разработанная система обеспечивает:

- Хранение накопленной информации о направлениях.
- Обеспечение доступа к информации посредством графического интерфейса, с возможностью фильтрации по различным критериям.

Основными целями создания системы являются:

- Облегчение поиска направлений подготовки для абитуриентов;
- Создание централизованной системы, для хранения актуальной информации о критериях поступления и условиях обучения.

В настоящий момент система имеет следующий набор функций:

1. Возможность осуществления поиска по различным критериям
2. Возможность просмотра детальной информации о направлении;
3. При просмотре детальной информации о направлении доступен список похожих направлений подготовки;
4. Возможность получить краткую информацию об университетах, направления подготовки по которым представлены в системе;
5. Возможность получить сравнительную информацию об университетах.
6. Просмотр рейтинга трудоустройства выпускников от Министерства образования и науки Российской Федерации, а также Национального рейтинга университетов от информационного агентства Интерфакс.

Разработанная система дает возможность просматривать информацию в текстовом, числовом и графическом форматах, что значительно упрощает восприятие информации [1].

В настоящий момент сервис содержит информацию о 9 направлениях из 6 университетов Новосибирска: НГТУ, НГУ, НГАУ, НГУЭУ, СГУПС, СИУ РАНХиГС. При разработке была учтена возможность дальнейшего масштабирования.

Разработанная система должна помочь абитуриенту выбрать то направление, которое ему действительно интересно, получить всю необходимую информацию о выбранном университете и направлении.

Список литературы

1. Каширина А. М. Инфографика как средство визуализации бизнес-идей = Инфографика как средство визуализации бизнес-идей [Электронный ресурс] / А. М. Каширина // Научный альманах : электрон. науч. журн. - 2016. – № 10/1 (24). – С. 159–162. - Режим доступа: <http://ucom.ru/doc/na.2016.10.01.pdf>. - Загл. с экрана.

АНАЛИЗ ПРОЦЕДУРЫ РЕГИСТРАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В СЕТИ UMTS

С.А. Мишин, А.В. Гюнтер
Сибирский государственный университет
телекоммуникаций и информатики
man.8@mail.ru

В данной работе рассматривается процедура регистрации пользовательского оборудования в сети UMTS. Приведено описание разработанной модели.

Ключевые слова: процедура регистрации пользовательского оборудования, attach-процедура, 3G, UMTS, модель.

Отрасль телекоммуникаций является одной из наиболее быстро развивающихся отраслей современного общества. Одним из видов мобильной связи, получившей широкое распространение, является сотовая связь, занимающая особое место в отрасли.

На сегодняшний день большинство людей используют свои мобильные телефоны не только для осуществления голосовых вызовов и обмена сообщениями, но также и для выхода во всемирную сеть Интернет.

Развитие систем мобильной связи и их повсеместное использование в качестве сетей доступа к Интернету обусловило появление интереса со стороны исследователей в оптимизации и улучшении таких сетей, в том числе и по причине того, что большая

часть передаваемой информации это пакетный трафик. Одним из путей решения является модификация процедур, используемых в системах связи.

Для получения доступа к услугам, которые предоставляет оператор связи, абонент (пользовательское оборудование) должен зарегистрироваться в сети, т.е. совершить процедуру attach.

В настоящее время для России одной из актуальных систем сотовой связи является UMTS. В связи с этим было решено выбрать для рассмотрения attach-процедуры сеть, построенную на основе данного стандарта третьего поколения.

Оптимизация данной процедуры позволит уменьшить время информирования пользовательским оборудованием сеть о своём присутствии, что в конечном итоге позволит раньше начать процесс передачи информации.

Цель работы: разработка модели процедуры регистрации абонента в сети UMTS.

Задачи работы:

- анализ потока сообщений процедуры attach;
- построение модели рассматриваемой процедуры;
- сравнение результатов моделирования с реальными временными значениями;
- формирование рекомендаций по оптимизации сетей UMTS.

В качестве инструмента моделирования процедуры регистрации абонента в сети был выбран пакет математических вычислений Mathcad.

На основе временных интервалов, полученных путём захвата трафика сети UMTS, и значений, полученных в процессе моделирования, были сформированы выборки, из анализа которых пришли к выводу, что созданная модель работает нормально и справляется с возложенной на неё задачей.

Дальнейший анализ процедуры регистрации абонента в сети и созданной модели позволит сформировать рекомендации, выполнение которых позволит оптимизировать сети UMTS.

Список литературы

1. Сети UMTS. Архитектура, мобильности, сервисы / Х. Кааранен, А. Ахтиайнен, Л. Лаитинен, С. Найян, В. Неими. – М.: Техносфера, 2007. – 464 с.
2. Джамалипур А. Беспроводной мобильный Интернет: архитектура, протоколы и сервисы / А. Джамалипур – М.: Издательство «Техносфера», 2009. – 496 с.
3. 3GPP TS 23.060 V9.6.0 (2010-09).

НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ВИСЯЧИХ СВАЙ С РАЗЛИЧНОЙ
ПЛОЩАДЬЮ БОКОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Н.Н. Андреева, С. В. Линовский

Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин), per_pror@sibstrin.ru

Установлено влияние площади боковой поверхности висячей сваи на её несущую способность, сделаны рекомендации по практическому применению свай различной формы поперечного сечения

Ключевые слова: Свая, несущая способность, боковая поверхность, форма сечения

Расчетная несущая способность висячей сваи зависит, главным образом, от её геометрических размеров и характеристик сопротивления грунта по боковой поверхности и под нижним концом [1]. При этом сваи, имеющие одинаковую площадь поперечного сечения и длину, т.е. равные по материалоемкости, при более развитой боковой поверхности теоретически должны обладать большей расчётной и фактической несущей способностью.

В работе ставится задача определить несущую способность свай с различными формами поперечного сечения испытаниями моделей свай в грунтовом лотке; сравнить несущие способности свай определённые экспериментально с расчетными несущими способностями; оценить зависимость несущей способности сваи от площади боковой поверхности.

Опыты проводились в грунтовом лотке, в качестве грунта был принят песок средней плотности, средней крупности, однородный с удельным весом $\gamma=19,8 \text{ кН/м}^3$. Модели свай были изготовлены из дерева с одинаковой длиной ($d=185 \text{ мм}$) и одинаковой площадью поперечного сечения ($A=400 \text{ мм}^2$), но с разными формами поперечного сечения.

В ходе эксперимента каждая свая погружалась в грунт вдавливанием и подвергалась испытанию ступенчатой нагрузкой (ступени от 2 до 40 Н). Деформации оценивались индикатором часового типа с ценой деления 0,01 мм.

Для определения сопротивления под нижним концом, испытания велись без погружения сваи в грунт.

Расчётные несущие способности моделей свай были определены по методике СП [1] с использованием формулы (7.8).

Опытами были определены несущие способности 4 моделей свай и сопротивление под нижним концом сваи. Результаты испытаний показаны на рисунке 1.

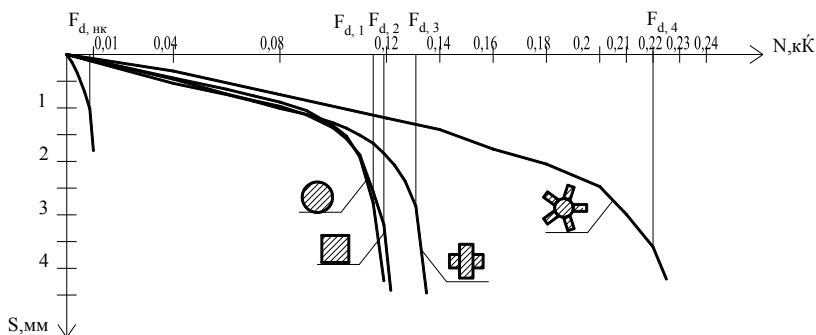


Рисунок 1 - График несущих способностей свай

Результаты расчетов и экспериментальных исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты экспериментальных и расчетных сопротивлений свай

№ п/ п	$F_{d, \text{расч.}}$ кН	$F_{d, \text{нк, расч.}}$ кН	$F_{d, \text{бп, расч.}}$ кН	$F_{d, \text{эсп.}}$ кН	$F_{d, \text{нк, эсп.}}$ кН	$F_{d, \text{бп, эсп.}}$ кН	Площ. бок. поверх. $A_{i, \text{м}^2}$	A_i/A_1
1	0,082	0,068	0,014	0,115	0,008	0,107	0,011	1
2	0,084		0,016	0,119		0,111	0,012	1,09
3	0,088		0,019	0,131		0,127	0,015	1,36
4	0,096		0,028	0,24		0,232	0,022	2

Несущая способность существенным образом зависит от сопротивления грунта по боковой поверхности (в эксперименте сопротивление грунта по боковой поверхности составила 93–97% от общего сопротивления сваи);

Увеличение площади боковой поверхности сваи приводит к увеличению её общей несущей способности (двукратное повышение площади привело к увеличению несущей способности в 2,1 раза);

Для увеличения несущей способности висячих свай рекомендуется развивать площадь боковой поверхности, применяя сваи с поперечным сечением типа «звезда», «лепесток» и т.п.

Список литературы

1. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. М., Минрегион России. 2010.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ФУНДАМЕНТА ИЗ КОЗЛОВЫХ СВАЙ

Д.Ю. Бихерт, С.В. Линовский

**Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин), per_pror@sibstrin.ru**

Проведено исследование несущей способности фундамента из козловых свай, найден оптимальный угол наклона при вертикальных и горизонтальных нагрузках.

Ключевые слова: Козловые сваи, угол наклона, несущая способность.

Особенностью козловых свай, исследуемых в работе, является их наклон к вертикали, в результате чего увеличивается площадь опирания на грунт и изменяются условия работы свай в грунте.

Диссертационная работа [1] посвящена изучению поведения одиночных козловых свай и свайных фундаментов в различных грунтовых условиях. Несмотря на имеющиеся исследования поведения козловых свай, многие аспекты таких конструкций ещё недостаточно изучены.

Цель работы - изучение влияния угла наклона свай на их несущую способность в составе козлового фундамента, поиск оптимального угла наклона при вертикальных и горизонтальных нагрузках.

Исследования экспериментальные, проводились в грунтовом лотке с песком средней крупности, средней плотности. В качестве модели козлового фундамента использовались две деревянные сваи длиной 300мм, с сечением 20х20мм.

Установка выглядела следующим образом (Рисунок 1) 1 - лоток с песком; 2 – свая; 3 – два прогибомера; 4 – индикатор динамометра; 5 – домкрат; 6 – блок с тросиком; 7 – грузовая подвеска.

Сваи соединены в голове шарнирно для фиксации угла, использовалось специальное устройство, позволяющее задавать определенный угол раскрытия свай.

Перед началом производилась выемка грунта до определенной отметки, затем устанавливалась свая в рабочее положение с выбранным углом наклона, грунт засыпался обратно и проводилось ступенчатое нагружение свай: - при вертикальном нагружении винтовым домкратом с шагом 0,067 кН до достижения предельного сопротивления свай, параллельно фиксировались показания прогибомеров, по полученным данным строились графики; - при горизонтальном нагружении гирями с шагом 2Н до потери устойчивости козлового фундамента, параллельно фиксировались значения осадки с помощью линейки с ценой деления 1мм, по полученным данным также строились графики.

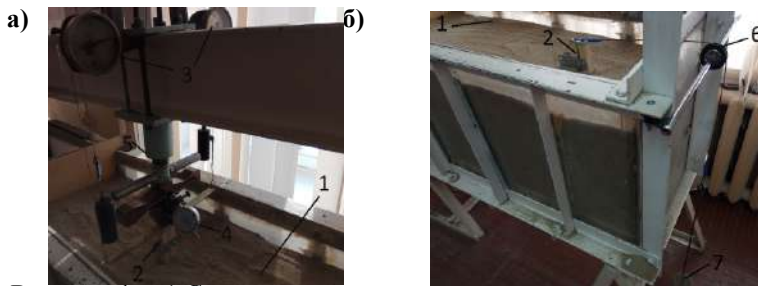


Рисунок 1 – а) Схема установки при вертикальном нагружении; б) Схема установки при горизонтальном нагружении

В ходе испытаний получены следующие результаты (Рисунок 2).

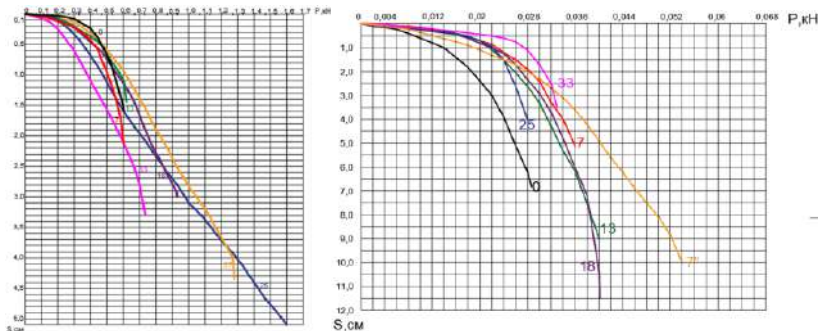


Рисунок 2 - Зависимость сопротивления свай от угла наклона при вертикальном и горизонтальном нагружении

На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы: применение козловых свай и при горизонтальной, и при вертикальной нагрузке является более эффективным в сравнении с вертикальными сваями; при вертикальных нагрузках наибольшая несущая способность получена для свай с углом наклона 25°-27°; при горизонтальных нагрузках козловые сваи работают эффективнее вертикальных; самораздвигающаяся свая (угол наклона 7°) при горизонтальном воздействии на нее работает эффективнее в сравнении с вертикальной сваей и сваями с фиксированным углом раскрытия.

Список литературы

1. Плахотный, Г.Н. Работа козловых свай уплотнения в различных инженерно-геологических условиях [Текст] : дис. ...канд. техн. наук : 05.23.02/ Г.Н. Плахотный. - Одесса, 1986. – 218 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Л.А. Адегова, А.В. Голдаева, И.В. Паршин

**Сибирский государственный университет путей сообщений,
adeгова@mail.ru**

В представленной работе с использованием метода конечных элементов (МКЭ) проведено исследование влияния высоты цилиндрического конструктивного элемента на форму потери устойчивости. Для элементов рассмотрена зависимость критической силы от геометрических характеристик и материала. Определена погрешность расчёта устойчивости при использовании конечно-элементного анализа с теоретическим решением.

Ключевые слова: Потеря устойчивости, стержень, оболочка, критическая сила, упругие характеристики материала

Рассмотрена задача потери устойчивости цилиндрического элемента с жёсткой заделкой нижнего торца при осевом сжатии.

Анализ потери устойчивости проводился с использованием пакета конечно-элементного анализа Femap with NX Nastran [1 – 3].

Согласно [4, 5] критическая нагрузка оболочки при осевом сжатии определяется формулой:

$$P_{кр}^{теор} = \frac{2\pi E \delta^2}{\sqrt{3(1-\nu^2)}} \quad (1)$$

С использованием МКЭ критическая нагрузка равна:

$$P_{кр} = P \times \lambda_1, \quad (2)$$

где P – сжимающая сила; λ_1 – коэффициент критической нагрузки.

Для оболочки с параметрами: материал Ст3, $H=600$ мм, $\delta=1$ мм, $R=300$ мм значение критической нагрузки по (1) и (2):

$$P_{кр}^{теор} = 798,174 \text{ кН и } P_{кр} = 797,822 \text{ кН.}$$

Для стержней критическая нагрузка определяется формулой Эйлера:

$$P_{кр}^{теор} = \frac{\pi^2 EJ_{\min}}{(\mu l)^2} \quad (3)$$

где μ – коэффициент приведения длины, для стержней с жёсткой заделкой $\mu=2$; $l=H$ – высота стержня; $J_{\min}$ – минимальный момент инерции поперечного сечения.

Для стержня с параметрами: материал Ст3, $H=l=10000$ мм, $\delta=1$ мм, $R=300$ мм, $J_{\min}=8,4 \times 10^7 \text{ мм}^4$. Критическая нагрузка по соотношениям (3) и (2):

$$P_{кр}^{теор} = 435,249 \text{ кН и } P_{кр} = 436,823 \text{ кН.}$$

С использованием МКЭ провели исследование зависимости критической силы от геометрических характеристик и материала оболочки и стержня.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Элементы $0 < H/D < 9,48$ и $9,48 \leq H/D < 12,45$ относятся к оболочкам, а элементы с $H/D \geq 12,45$ – к стержням.
2. Для цилиндрических оболочек $0 < H/D < 9,48$ величина критической силы:
 - Не зависит от радиуса и высоты оболочки;
 - Имеет квадратную зависимость от толщины стенки оболочки и линейную зависимость от модуля упругости материала.
3. Для цилиндрических стержней $H/D \geq 12,45$ величина критической силы:
 - Имеет кубическую зависимость от радиуса стержня, от толщины стенки стержня и модуля упругости материала;
 - Имеет квадратную зависимость от высоты (длины) стержня;
4. Для цилиндрических оболочек $0 < H/D < 9,48$ ошибка моделирования потери устойчивости с использованием МКЭ составила 0,04%.
5. Для цилиндрических стержней $H/D \geq 12,45$ ошибка моделирования потери устойчивости с использованием МКЭ составила 0,3%.
6. Для цилиндрических оболочек $9,48 \leq H/D < 12,45$ при определении критической силы дают погрешность соотношения (1) и (3). В

источнике [5] даётся рекомендация провести расчёт $P_{кр}$ по формулам (1) и (3) и принять меньшее значение из двух полученных.

Список литературы

1. Рычков С. П. MSC.Visual NASTRAN for Windows. – М.: НТ Пресс, 2004. – 552 с.
2. Рычков С. П. Моделирование конструкций в среде Femap with NX NASTRAN. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 784 с.
3. Адегова Л. А., Зиновьев Б.М. Основы метода конечных элементов: учебное пособие. – Новосибирск: изд-во СГУПСа, 2015. – 131 с.
4. Пановко Я. Г., Губанова И.И. Устойчивость и колебания упругих систем: современные концепции, парадоксы и ошибки. – М.: Наука, 1987. – 352 с.
5. Справочник металлста. В 5-ти т. Т. 1. Изд. 3-е, пер. Под ред. Чернавского С.А., Рещикова В.Ф. – М.: Машиностроение, 1976. – 768 с.

УТОЧНЕНИЕ РАСЧЕТОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИСПЫТАНИЙ

Ю.Д. Гомзякова, А.Н. Яшнов

Сибирский государственный университет путей сообщения,

Yan@stu.ru

Цель – определение фактического характера работы металлического пролетного строения с ортотропной плитой для адаптации расчетной модели. В ходе работы построены линии влияния давлений по результатам статических испытаний и проведен их анализ.

Ключевые слова: Металлические мосты, коэффициент поперечной установки

Конструкция мостов коробчатого сечения с ортотропной плитой имеет широкое применение на территории нашей страны при строительстве автодорожных мостов. При расчетах таких пролетных строений для определения коэффициента поперечной установки используются методы, известные как метод «рычага», метод внецентренного сжатия и др. Для выяснения точности и правильности применения данных методов при расчетах пролетного строения с коробчатым поперечным сечением были проанализированы

результаты статических испытаний мостов с подходящими параметрами.

Были рассмотрены результаты испытаний следующих мостов:

1) мост через р. Надым на 991 км автомобильной дороги Сургут – Салехард;

2) мост через р. Тобол на 123 км автомобильной дороги Тюмень – Тобольск - Ханты-Мансийск;

3) мост через р. Туру на участке дороги Ханты-Мансийск - Омск.

Испытания каждого моста выполнялись с применением деформометров на базе электронных индикаторов и тензометров системы «Тензор МС» для определения напряжений, прогибы фиксировались с помощью тахеометра по перемещению отражателей, закрепленных на нижних поясах балки в серединах испытываемых пролетов. В качестве испытательной нагрузки были использованы груженные 4-осные автомобили-самосвалы средним весом 40 тонна-сил каждый. Нагрузка устанавливалась в одну колонну, при этом выполнялось по три перестановки испытательной нагрузки в поперечном направлении (в крайнем левом положении на проезжей части, по оси проезжей части и в крайнем правом положении).

Из всех результатов испытаний для анализа были выбраны фактические напряжения в главных балках в нижних и верхних фибрах, а также фактические прогибы в середине пролетов. По этим данным были построены линии влияния давления для каждой из главных балок сечения для каждого моста.

Для наглядного представления все линии влияния давления совмещены на одном графике (Рисунок 1), на котором виден наклон всех линий влияния и диапазон значений воспринимаемой доли нагрузки одной стенкой сечения. При этом среднее значение по всем линиям влияния давления получится равным 0,586. Если рассматривать пролетные строения только с замкнутым сечением, то в среднем доля нагрузки составит 0,533.

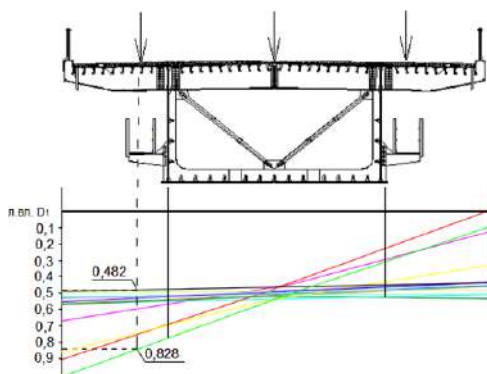


Рисунок 1 – Совмещенный график линий влияния давлений

Таким образом, можно сделать вывод о том, что стенки коробчатого сечения воспринимают различную долю приложенной нагрузки, из этого следует, что нерационально использовать при расчетах метод рычага для таких конструкций и принимать коэффициент поперечной установки равный 0,5, что может привести либо к перерасходу материала, либо к недостаточной несущей способности конструкции.

А также по расчетным значениям напряжений и прогибов, полученных из расчета КЭ-модели в программном комплексе MIDAS Civil можно судить об адекватности данного расчета и высокой точности учета фактического характера работы коробчатого сечения металлического пролетного строения с ортотропной плитой.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПРЕДЕЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ОТ БОКОВОЙ НАГРУЗКИ И СЦЕПЛЕНИЯ В ЗАДАЧЕ О ШТАМПЕ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ OPTUM G2

В.С. Галицкая, Ю.И. Горбатовых, К.В. Королев
Сибирский государственный университет путей сообщения,
korolev_kv@mail.ru

Целью данной работы является верификация программного комплекса Оптим G2 на примере задачи о штампе. В ходе работы были произведены расчеты по определению предельной нагрузки при изменении угла внутреннего трения заданного грунтового массива.

Далее производилось сопоставление результатов, полученных при помощи программного комплекса Optum G2, с аналитическим решением методом ТПРГ.

Ключевые слова: Программный комплекс Optum G2, определение предельного давления, относительное приведенное напряжение.

Несущая способность грунтовых массивов является важнейшим параметром при проектировании оснований зданий и сооружений, что делает эту тему актуальной на данный момент. Главной и наиболее надежной теоретической базой для определения несущей способности является теория предельного равновесия грунтов. Метод конечных элементов является простым в использовании, при этом считается достаточно универсальным и широко внедряется в практику, но имеет проблему оценки предельной нагрузки в упругопластических расчетах и поэтому требует контроля методами ТПРГ. Но помимо вышеперечисленных способов определения НС, хочется обратить внимание на ПК Optum G2. Для расчета предельной нагрузки предусмотрен специальный модуль, который реализует не классический МКЭ, а, судя по всему, оптимизационную задачу, при этом расчетная область дискретизируется на треугольные элементы, не являющиеся конечными элементами в классическом понимании.

Таким образом, цель данной работы верификация программного комплекса Optum G2 на примере задачи о штампе. При этом ставилось целью сопоставление не отдельных значений, полученных при конкретных исходных данных, а анализ результатов ТПРГ и Optum G2 в широком диапазоне исходных данных.

В ТПРГ широко распространен прием, в рамках которого используется так называемое относительное приведенное напряжение. В Optum G2 для сопоставления с ТПРГ исходные данные, таким образом, можно задавать двояко. Во-первых, задавать боковую пригрузку при нулевом c (1), во-вторых, задавать удельное сцепление при нулевой боковой пригрузке (2).

$$p' = \frac{p'_u + c \cdot \operatorname{ctg} \varphi}{\gamma b} \quad (1)$$

$$q' = \frac{q + c \cdot \operatorname{ctg} \varphi}{\gamma b} \quad (2)$$

По результатам расчетов были получены графики зависимости предельной нагрузки от боковой пригрузки. Для более наглядного сравнения на одном графике представлены зависимости, рассчитанные

аналитически (методом ТПРГ) и при помощи ПК Optum G2. На рисунке 1 представлены графики при угле внутреннего трения равном 10° .

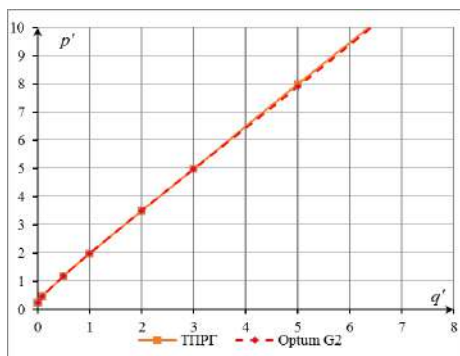


Рисунок 1 – График зависимости относительного предельного давления от боковой пригрузки при угле внутреннего трения – 10°

В заключении был сделан вывод о том, что в рамках данной задачи о штампе ПК Optum G2 определяет несущую способность с высокой точностью.

ОБОСНОВАНИЕ БЕТОНИРОВАНИЯ НА МЕРЗЛОМ ОСНОВАНИИ ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТЫ МНОГОЭТАЖНОЙ АВТОСТОЯНКИ ПО УЛ. ФАБРИЧНОЙ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ РАЙОНЕ НОВОСИБИРСКА

М.С. Горлатов, С.М. Заика, В.В. Молодин

**Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет, molodin@sibstrin.ru**

В докладе представлены результаты исследований температурных режимов реально бетонируемой монолитной железобетонной плиты, твердеющей в зимних условиях, на промёрзшем основании с помощью программы ELCUT.

Ключевые слова: Бетон, зимнее бетонирование, метод конечных элементов, прогрев, температурное поле.

Большая территория России находится в суровых климатических условиях, которые значительно усложняют производство бетонных работ [1]. Задача существенно усложняется, если бетонная смесь

укладывается на промёрзшее грунтовое основание. Нормы категорически запрещают это делать.

С такой задачей столкнулась компания ООО «НТ Билд» во время бетонирования фундаментной плиты многоэтажной парковки. Повысить эффективность проектных решений зимнего бетонирования на современном этапе возможно с помощью использования компьютерного моделирования тепловых полей, основанного на методе конечных элементов. В данном случае использовался программный комплекс ELCUT [2,3]. Исходя из условия равномерного прогрева бетона фундаментной плиты, были проработаны несколько вариантов размещения нагревательных проводов и определена оптимальная схема их размещения в конструкции. Первичный расчет произведен без учета какой-либо термообработки. Расчёт позволил оценить невозможность ведения работ таким способом. Во избежание замораживания пограничной зоны контакта с замороженным основанием [4] и теплопотерь с открытой поверхности, предусмотрим прогрев бетона греющим проводом на уровне нижней и верхней арматурных сеток. Как видно из температурных полей, промерзания бетона в первые часы не происходит, конструкция достаточно утеплена сверху, толщины опалубки пока достаточно для защиты от сильного мороза. Тем не менее рекомендации НГАСУ Сибстрин не были выполнены, раскладка нагревательных проводов была произведена с шагом 400 мм. Чтобы застраховаться от недобора прочности строители пошли на повышение класса бетона с марки В20 на В22, а также использовали ускорители твердения (У) и противоморозные добавки (М), что обеспечило в заданные сроки прочность 55%.

Итак, теплозапаса бетонной смеси экзотермии цемента явно недостаточно для обеспечения набора бетоном плиты заданной прочности. Предложенная технология термообработки бетона, предполагающая прогрев с помощью греющего провода, расположенного с шагом 200 мм в уровне верхней и нижней арматурных сеток, основанная на расчётах, выполненных с использованием ПО ELCUT, обеспечивает наиболее экономичное приобретение заданной прочности. Реальное бетонирование плиты 19 марта 2018 года при ночной температуре воздуха -20°C , и среднесуточной -12°C , при укладке греющего провода с шагом 400 мм без утепления опалубки и открытых поверхностей показало неравномерный прогрев твердеющего бетона и как следствие необходимость увеличения мощности прогрева в местах больших теплопотерь.

Список литературы

1. Миронов С.А. Влияние раннего замораживания на прочностные и деформационные характеристики бетона. Зимнее бетонирование и тепловая обработка бетона / С.А. Миронов, Е.Г. Глазырина. – М.: Стройиздат, 1975. – 153 с.
2. Дудинов М.О., Ватин Н.И., Барабанщиков Ю.Г. Моделирование набора прочности бетона в программе ELCUT при прогреве монолитных конструкций проводом/ Инженерно-строительный журнал. - 2012. - № 8 (34). - С. 72-78.
3. Мишичев А.И. Решение задач теплопроводности методом конечных элементов в САЕ- системе ELCUT / Мишичев А.И., Мартянова А.Е. // Методические указания по изучению курсов САПР для студентов механических специальностей, 2001. -с.5-7
4. Молодин В.В. Бетонирование монолитных строительных конструкций в зимних условиях: монография / В.В. Молодин, Ю.В. Лунев. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2006. – 300 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМАХ МЕТОДОМ МАКСВЕЛЛА-МОРА

Д.Д. Гуляева, А.С. Григорова, А.В. Мищенко
Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин), mavr59@ngs.ru

Рассматривается применение метода Максвелла-Мора для выявления функций обобщенных перемещений в стержневых системах. Интегрирование выполнено с помощью пакета символьной математики Maple. Приведены примеры нахождения функций продольных, поперечных перемещений и углов поворота сечений ригеля плоской рамы.

Ключевые слова: Метод Максвелла-Мора, функции перемещений, пакеты символьной математики.

Метод Максвелла-Мора является одним из наиболее эффективных и универсальных методов выявления перемещений в деформируемых системах. Как известно, с его помощью могут быть найдены разнообразные перемещения: линейные и угловые, одиночные и групповые, при силовом, тепловом и кинематическом воздействиях.

Спецификой метода является то, что он позволяет свести краевую задачу для кинематических величин к решению статических задач и

вычислению для найденных силовых функций интегралов Мора. Формирование системы граничных условий для функций перемещений в данном методе в явном виде не требуется. Обычно метод применяется для определения перемещений заданных фиксированных точек. В результате решения получаем числовое значение искомого перемещения.

Цель данного доклада состоит в том, чтобы показать более широкие возможности метода, а именно, – его применение для выявления функций обобщенных перемещений в стержневых системах.

Пусть требуется определить функцию перемещения $\Delta_{iF}(a)$ в некотором k -м стержне плоской n стержневой системы. В этом случае выражение для определения перемещения принимает вид

$$\Delta_{iF}(a) = \sum_{j=1}^{k-1} \int_0^{l_j} \frac{S_{Fj}(x)S_{ij}(x,a)}{D_S} dx + \int_0^a \frac{S_{Fk}(x)S_{ik}(x,a)}{D_S} dx + \\ + \int_a^{l_k} \frac{S_{Fk}(x)S_{ik}(x,a)}{D_S} dx + \sum_{j=k+1}^n \int_0^{l_j} \frac{S_{Fj}(x)S_{ij}(x,a)}{D_S} dx.$$

Здесь S – учитываемый силовой фактор, D_S – жесткость сечения стержня, $S_{Fj}(x)$, $S_{ij}(x,a)$ – функции внутренних силовых факторов в j -м стержне при действии заданных нагрузок и единичного силового фактора, приложенного в сечении с координатой a . Второй и третий интегралы с переменными пределами вычисляются в пределах k -го стержня. В отличие от обычно подхода, используемого при определении числовых перемещений, здесь величина $S_{ik}(x,a)$ является функцией двух переменных: продольной координаты x и координаты a точки приложения единичного силового фактора. В матричном виде функция перемещения может быть найдена по формуле

$$\Delta_{iF}(a) = L_i^T(a)B(a)L_F(a),$$

где $L_F(a)$, $L_i(a)$ – векторы функций усилий в расчетных сечениях участков системы при действии заданных нагрузок и единичного силового фактора соответственно, $B(a)$ – матрица податливости

расчетных участков системы. Длина некоторых из них будет зависеть от координаты a .

Вычисление интегралов Мора и формирование функций внутренних силовых факторов удобно выполнять с привлечением пакетов символьной математики, таких как *Mathcad*, *Maple* и других подобных. Для иллюстрации рассматриваемого способа найдены прогибы, продольные перемещения и углы поворота в ригеле плоской рамы. Показано применение метода для расчета перемещений в сжато-растянутом стержне с несколькими грузовыми участками.

Выполненные расчеты показывают, что метод Максвелла-Мора в сочетании с использованием пакетов символьной математики позволяет успешно выявлять функции перемещений в стержневых системах, не прибегая к более трудоемким процедурам решения систем дифференциальных уравнений для стержневой системы, требующих формирования граничных условий и условий сопряжения участков системы. Данный подход может быть распространен на расчет систем переменной жесткости.

РАСЧЕТ ОСАДКОВ ФУНДАМЕНТОВ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ SCAD OFFICE

А.П. Денисенко, Д.И. Новожилова, Л.В. Нуждин
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), nuzhdin_ml@mail.ru

Рассматривается применение программно-вычислительного комплекса SCAD Office для расчета осадок фундамента. Проведено исследование с целью выявления эффективности расчета осадок в SCAD Office. Представлено сравнение расчетов по СП 22.13330.2011 и в программном комплексе.

Ключевые слова: SCAD Office, осадки фундаментов, эффективность расчёта.

SCAD OFFICE — это программа которая выполняет расчет, а также позволяет проектировать различного рода строительные конструкции, любого вида сложности. В настоящее время, эта программа является одной из самых востребованных в области строительства. Преимущество SCADa заключается в том, что он не накладывает практических ограничений на размеры и форму проектируемых сооружений, так как имеет в своем составе большое количество проектно-конструкторских программ, которые содержат развитые

средства подготовки данных, расчет и анализ результатов, а также встроенные электронные справочники.

Цель данного доклада состоит в том, чтобы показать более широкие возможности данного комплекса, а именно, – его применение в области инженерной геологии для расчета осадок фундаментов.

ЗАПРОС — вспомогательная программа для расчета элементов оснований и фундаментов в соответствии с требованиями СНиП 2.01.07–85 «Нагрузки и воздействия», СНиП 2.02.01–83* и СП 50–101–2004.

Для расчета осадок фундамента использовался СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений». Были применены следующие формулы:

$$\begin{aligned}\delta_{go} &= \gamma_{II} \cdot d \\ h_i &= 0,4b \\ \delta_{gi} &= \gamma_{II} \cdot (d + h_i) \\ \delta_{zp} &= \alpha \cdot P_o \\ P_o &= P - \delta_{go} \\ \alpha &= f\left(\frac{b}{l}; \frac{b}{z}\right) \\ S &= \beta \sum_{i=1}^n \frac{\delta_{zpi_{cp}} \cdot h_i}{EJ} \\ \delta_{zcp} &= \frac{\delta_z + \delta_{z(n-1)}}{2}\end{aligned}$$

Сравнив результаты расчета в ЗАПРОСе и в БК SCAD, приходим к выводу, что погрешность допустима. Таким образом, БК SCAD пригоден для расчета осадок фундаментов и является эффективным.

Таблица 1 – Осадки, посчитанные в SCAD

Нагрузка, Т	Осадка $S_{\max}$ по СП, мм	Давление под плитой $\delta_{\max.ц.т.}$, Т/м ³
70	22,97	21,00
63	20,4	15,75
56	17,84	14,00
49	15,31	12,25
42	12,85	10,50

Таблица 2 - Осадки, посчитанные по СП 22.13330.2011

Нагрузка, Т	Осадка $S_{\max}$ по СП, мм	Давление под плитой $\delta_{\max, \text{д.т.}}$ т/м ³
70	21,12	21,04
63	18,51	15,78
56	16,86	14,03
49	14,72	12,27
42	11,94	10,52

Выполненные расчеты показывают, что программно-вычислительный комплекс SCAD Office позволяет успешно выполнять расчёт осадок фундаментов, благодаря своим свойствам и функциям.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА SCAD OFFICE ДЛЯ РАСЧЕТОВ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ

Д.А. Дорофеева, П.А. Бруй, Л.В. Нuzhdin
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет(Сибстрин), nuzhdin_ml@mail.ru

Анализ изучения программного комплекса SCAD Office и применению его для расчетов оснований и фундаментов.

Ключевые слова: SCAD Office, расчет оснований и фундаментов

SCAD OFFICE - вычислительный комплекс реализованный, как интегрированная система прочностного анализа и проектирования конструкций на основе метода конечных элементов. Комплекс программы можно использовать для расчета и проектирование конструкций различных назначений и видов сложности. Благодаря своей комплексности и богатому инструментарию, позволяющему проводить подготовку данных, расчет и анализ результатов, практически отсутствуют ограничения на форму и размеры проектируемых в SCAD сооружений. Кроме того, инструментарий комплекса позволяет легко и удобно проводить и более простые, но в тоже время частые и рутинные операции.

Цель работы - показать возможность применения комплекса для моделирования фундамента на различных грунтовых основаниях.

Для создания модели фундамента на грунтовом основании была использована вспомогательная программа комплекса ЗАПРОС, которая производит расчет в соответствии с требованиями СП 22.13330.2011. В данной программе по заданным характеристикам грунта были рассчитаны следующие показатели (Таблица 1).

Таблица 1 - Осадки на однородном основании в ЗАПРОС

Нагрузка, Т	Осадка $s_{\max}$ по СП, мм	Давление под плитой $\sigma_{\max.ц.т.}$, Т/м ²	Глуб.сж. толщи d_1 , м
70	22,97	17,5	2,8
63	20,4	15,75	2,662
56	17,84	14	2,487
49	15,31	12,25	2,4
42	12,85	10,5	2,262
35	10,34	8,75	2
28	7,94	7	1,862
21	5,59	5,25	1,55
14	3,3	3,5	1,2
7	1,11	1,75	1,063

Получив табличные данные переходим в программу SCAD++ для моделирования фундамента размером 2×2 м на грунтовом основании. Определив значение осадок основания в этой программе сравниваем расчет с ЗАПРОС. Таким образом, погрешность в результатах оказалась небольшой. Из этого следует, что программа SCAD применима для расчета оснований и фундаментов.

УСТОЙЧИВОСТЬ СЖАТОГО ПОЯСА ОТКРЫТОГО МОСТА

О.Р. Дудик, М.В. Нечаева, П.Г. Суровин

**Сибирский государственный университет путей сообщений,
ra9oda@mail.ru**

В рамках доклада рассмотрена задача об устойчивости сжатого пояса открытого моста. Произведены 2 расчета данной задачи: по Ясинскому, а также численный в программе «COSMOS/M». В результате были получены значения коэффициентов запаса, а также критической нагрузки для рассматриваемой конструкции фермы, при которой она начинает терять устойчивость. На заключительном

этапе исследования осуществлено сравнение описанных выше значений, полученных различными методами.

Ключевые слова: Потеря устойчивости, устойчивость, устойчивость сжатого пояса, сжатый пояс открытого моста, численный расчет, COSMOS/M.

В 1875 году вскоре после окончания сборки произошло крушение моста через реку Кевду на Моршано-Сызранской ж/д. Основная причина – потеря устойчивости верхних поясов ферм в плоскости, перпендикулярной плоскости ферм. Мост длиной 33,5 м не имел верхних горизонтальных связей. [2]

В связи с существующей проблемой решено рассмотреть задачу об устойчивости сжатого пояса открытого моста. Целью работы является произведение расчета данной задачи по Ясинскому, численный расчет в программе «COSMOS/M» в двух вариантах: порталные раскосы принимались абсолютно жесткими и упругими; и, по итогу, сравнение полученных коэффициентов запаса, а также значений критических нагрузок, при которой конструкция теряет устойчивость.

Запроектированный мост состоит из двух трехпанельных ферм длиной 33 м, высотой 4 м, длина нижних поперечных связей 11 м; езда подвижного состава производится по низу, а так как фермы невысокие, соединить их верхними связями нельзя. Мостовой переход нагружен распределенной нагрузкой. Под действием этой нагрузки верхний пояс мостовой фермы, очевидно, будет сжат и поэтому возможна потеря устойчивости фермы.

При этом стержень, образующий верхний пояс, перемещаясь в горизонтальном направлении из плоскости фермы, преодолевает сопротивление вертикальных стоек. Для простоты дискретное действие стоек “размазывают” по длине пояса, то есть стойки фермы считаем некой непрерывной упругой средой. [1]

Так как уравнения для вычисления критической нагрузки являются довольно сложными и трудоемкими для «ручного» счета, то задача Ясинского для запроектированной фермы была решена с помощью системы MathCad. Значение критической силы равно:

$$Q = -1,572 \cdot 10^7$$

Численный расчет выполнялся в программном комплексе (ПК) «Cosmos/M», осуществляющий вычисления методом конечных элементов.

Форма прогибов, вычисленная в ПК, совпадает с формой потери устойчивости, заданной тригонометрическим рядом, т.е. как в задаче Ясинского.

Произведено 2 расчета: первый с учетом того, что порталные раскосы упругие, второй-портальные раскосы абсолютно жесткие. В результате получены коэффициенты запаса

$$\beta_1 = 0,497145; \beta_2 = 0,520711$$

По итогу с учетом коэффициента запаса и нагрузки, действующей на конструкцию, получено второе значение критической силы, которое оказалось меньше значения, полученного аналитическим методом.

$$Q = -1,313 \cdot 10^7$$

Данное расхождение объясняется пространственной работой сооружения.

Таким образом, было исследовано явление устойчивости сжатого пояса открытого моста и произведено сравнение значений критических нагрузок, вычисленных разными способами. Использование программных комплексов позволяет уменьшить временные затраты и трудоемкость таких вычислений.

Список литературы

1. Круглов А.И., Суровин П.Г., Шабанов А.П. Основы динамики и устойчивости сооружений: Учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2011.– 315с
2. Тимошенко С.П., Устойчивость упругих систем. – М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1955. – 569 с.

ВЕРОЯТНОСТНЫЕ РАСЧЕТЫ И НАДЕЖНОСТЬ КОНСТРУКТИВНО И ГЕОМЕТРИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНЫХ СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ

Г.Е. Ивченко, А.О. Кохан, В.Г. Себешев
НГАСУ (Сибстрин), sebeshev@sibstrin.ru

Аннотация: рассмотрены конструктивно и геометрически нелинейные системы типа фермы Мизеса. Получены законы распределения случайных характеристик их напряженно-деформированного состояния, используемые в дальнейшем для определения показателей надежности. Установлено, что при определенных соотношениях расчетных параметров пренебрежение эффектами нелинейности может внести существенные погрешности в оценку надежности.

Ключевые слова: Нелинейно деформируемые системы, вероятностный расчет, плотности вероятностей, надежность.

В расчетах надежности сооружений и конструкций, элементы или части которых являются нелинейно деформируемыми, принципиально важным становится учет влияния особенностей вероятностных описаний характеристик напряженно-деформированного состояния системы, обусловленных факторами нелинейности. Целью работы является получение распределения вероятности обобщенной случайной величины (перемещения), нелинейно зависящего от параметра случайной нагрузки с последующей оценкой надежности системы.

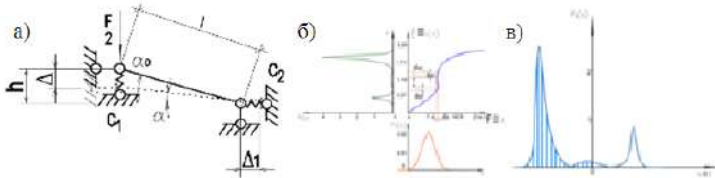


Рисунок 1 – Схема половины системы (а), плотность вероятности перемещения (б) и определение P_f (в)

Рассмотрена нелинейно-деформируемая система типа фермы Мизеса (рис. 1, а) как часть более сложного объекта, влияние которого смоделировано упруго-податливыми связями (c_1 , c_2 – жесткости). Получено выражение зависимости нагрузки, приложенной в верхнем узле, от перемещения:

$$F(\xi) = \frac{2 \cdot c_1 \cdot (\sqrt{1-\psi^2} \cdot (1-\xi)^2 - \sqrt{1-\psi^2})}{\sqrt{1-\psi^2} \cdot (1-\xi)^2} \cdot \psi \cdot (1-\xi) + c_2 \cdot \omega \cdot \xi \cdot \psi,$$

где $\psi = h/l$, $\xi = \Delta/h$, $\omega = c_1/c_2$.

Для нахождения закона распределения $p_\Delta(\Delta)$ перемещения Δ используется обращенная зависимость $\xi(F)$. При определенных соотношении c_1 и c_2 функция $\xi(F)$ становится неоднозначной, поэтому при вычислении плотности вероятности ξ применена особая методика.

На рисунке 2, б представлено распределение $p_\Delta(\Delta)$ при нормальном законе плотности нагрузки F . Вследствие нелинейности $\xi(F)$ функция $p_\Delta(\Delta)$ существенно отличается от распределения аргумента F , что должно учитываться при оценке надежности P_s . При условии безотказности по перемещению в форме $\Delta < [\Delta]$ вероятность отказа $P_f = 1 - P_s$ по рисунку 2, в находится как площадь фигуры слева от оси ординат.

Полученные зависимости и методики были приведены в расчете надежности рамной системы с параметрами, близкими к реальным, в состав которой включен рассмотренный элемент.

Выводы:

1) выявлены особенности распределения выходного параметра системы (Δ) в случае характерной для рассмотренной модели неоднозначности зависимости выходного параметра от основного входного параметра (F). Указанное распределение – достаточно сложное за счет явного влияния нелинейности при определенных значениях других (кроме нагрузки) случайных параметров системы;

2) установлено, что при определенных соотношениях расчетных параметров пренебрежение эффектами нелинейности может внести существенные погрешности в оценку надежности.

Список литературы

1. Лукаш П.А. Основы нелинейной строительной механики. М., Стройиздат, 1978. 204 с.
2. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М., Высшая школа, 1999. 576 с.

ДИНАМИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРОЛЁТНЫХ СТРОЕНИЙ МОСТОВ С ПОДВИЖНЫМ СОСТАВОМ НА ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ МАГИСТРАЛЯХ

В.Р. Камалтдинов, А.Н. Яшнов

**Сибирский государственный университет путей сообщения,
yan@stu.ru**

Целью работы является исследование взаимодействия пролётных строений мостов с подвижным составом на ВСМ. В ходе работы проведён анализ нормативной литературы, содержащей данные о динамических расчётах мостов, создана конечно-элементная модель экстрадозного моста, выполнены прямые динамические расчёты, определены зависимости частот возмущающей силы от длины пролёта моста.

Ключевые слова: Высокоскоростное движение, динамическое взаимодействие, экстрадозные мосты, частота возмущающей силы

Целью работы является исследование взаимодействия пролётных строений мостов с подвижным составом на ВСМ.

Задачи, решаемые в процессе исследования:

- Анализ литературы, содержащей сведения о динамике мостов и их взаимодействии с подвижным составом;

- Исследование динамических характеристик мостов на основе конечно-элементной модели пролётногo строения;

Одним из главных направлений развития железнодорожного транспорта в России на ближайшую перспективу является строительство высокоскоростных железнодорожных магистралей (ВСМ). Большая доля таких путей приходится на мосты и эстакады.

При проектировании искусственных сооружений на высокоскоростных магистралях наряду с традиционными требованиями надёжности и долговечности определяющими задачами становятся динамические режимы колебаний пролётных строений, вопросы надёжности взаимодействия колеса и рельса и обеспечения комфорта и безопасности проезда пассажиров.

Проанализировав литературу, можно сказать что основным фактором динамического воздействия подвижного состава является пульсация прогибов пролётногo строения, которая при высоких скоростях движения подвижного состава может иметь неблагоприятный резонансный характер. А для анализа динамического поведения конструкции и определения пиковых значений расчетных факторов напряжённо-деформированного состояния в зависимости от сложности модели, цели исследования и требуемой точности результатов проводятся динамические расчёты, согласно СП в соответствии с несколькими методиками, каждая из которых имеет те или иные плюсы и минусы.

На основе методики «Подвижные силы на сооружениях» был проведён прямой динамический расчёт конечно-элементной модели экстрадозного моста.

Оказалось, что при проходе поезда по данной конструкции с расчётными скоростями свыше 300 км/ч частота возмущающей силы имеет величину много меньшую, чем первая собственная частота колебаний пролётногo строения, что исключает возможность появления резонанса.

Также рассмотрены конечно-элементные модели разрезных пролётных строений для определения зависимости частоты возмущающей силы от длины пролёта моста. В итоге получена зависимость, которая показывает, что при малых длинах пролетов частота возмущающей силы определяется зависимостью (1).

$$f = \frac{V}{d} \quad (1)$$

Далее, с увеличением длины пролёта частоты возмущающей силы начинают резко снижаться, а при пролётах свыше 100 м устанавливаются на уровне 0,5 Гц.

Длины пролётов экстрадозных мостов, имеющих ряд преимуществ перед другими конструкциями, целесообразно начинать назначать от 100 м. Возможно, применение таких конструкций позволит избежать появления резонансных явлений и даст возможность перекрывать большие пролёты с меньшими трудовыми и экономическими затратами, относительно имеющихся сегодня.

KLEKER – ПРОГРАММА ПО РАСЧЕТУ ТОННЕЛЬНЫХ ОБДЕЛОК МЕТОДОМ МЕТРОГИПРОТРАНСА

А.С. Кленов, Р.А. Беккер, Г.Н. Полянкин
Сибирский государственный университет путей сообщения,
polyankin@mail.ru

Целью данной работы является создание программы расчета тоннельных конструкций методом Метрогипротранса и доведение её до уровня свободно распространяющейся программы. В работе представлена рабочая программа, тестирующаяся в формате а-версии.

Ключевые слова: Метод Метрогипротранса, метод сил, Python, тоннель

В настоящее время для расчета тоннельных конструкций используются такие программные комплексы, как MIDAS GTS NX, Plaxis, Optum G2 и др., однако они являются платными продуктами и требуют от пользователя умение в них работать.

Целью данной работы является создание программы расчета тоннельных конструкций методом Метрогипротранса и доведение её до уровня свободно распространяющейся программы.

Задачи работы:

- создание алгоритмов по реализации метода сил и написание кода;
- создание интерфейса, для ввода параметров задач;
- проверка созданных алгоритмов на тестовых задачах и сравнение с результатами, полученными в других программных комплексах;
- организация графического построения моделей расчетных схем для анализа полученных результатов.

Сущность метода заключается в замене криволинейного очертания обделки вписанным многоугольником, сплошной нагрузки – сосредоточенными в узлах силами, а упругой среды – упругими опорами, приложенными во всех вершинах многоугольника за исключением расположенных в предполагаемой «зоне отлипания» (рисунок 1, а). Действительное расположение последней устанавливается в процессе расчета путем ряда последовательных приближений. Расчет ведется методом сил. В качестве основной системы принимается многоугольник с введенными шарнирами во всех узлах, кроме двух, ближайших к замку. Для удобства расчета основная система расчленяется на две части: трехшарнирную арку 1 – 0 – 1 и шарнирную цепь 1 – 5, прикрепленную опорными стержнями к земле. За лишние неизвестные приняты парные изгибающие моменты в шарнирных узлах (рисунок 1, б).

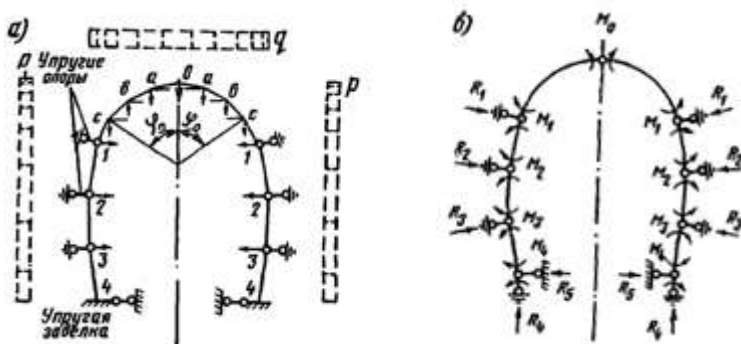


Рисунок 1 – Пример построения расчетной схемы и выбор основной системы метода сил (а – расчетная схема; б – основная система)

Для реализации представленного выше метода был выбран язык программирования Python, так как уже есть опыт в разработке программ в этой среде.

На данный момент ведется отладка программы и апробация результатов, на рисунке 2 представлен интерфейс последней версии KLEKERA.

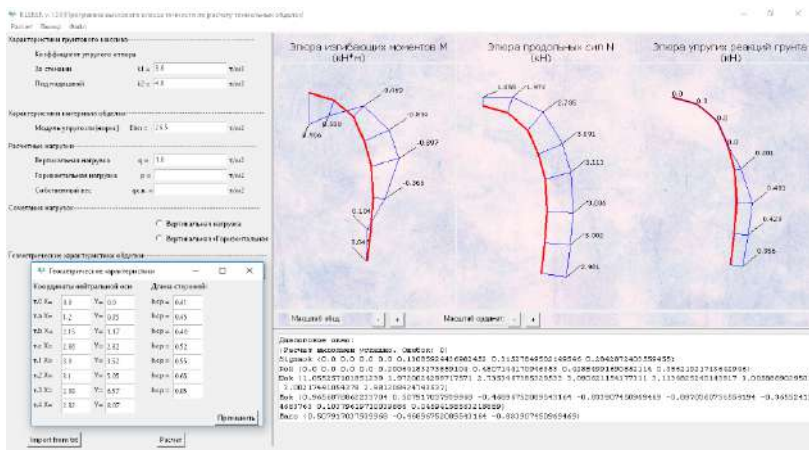


Рисунок 2 – Внешний вид последней версии KLEKerA

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОСАДКА ОСНОВАНИЯ ФУНДАМЕНТА ПРИ ВИБРАЦИОННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА НЕГО

В.И. Клецин, С.В. Линовский

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), per_pror@sibstrin.ru

Приводятся результаты исследований дополнительной осадки основания фундамента при динамическом силовом воздействии на него.

Ключевые слова: Дополнительная осадка, деформации, динамическое воздействие.

Одни из первых сведений об опасности колебаний грунта для существующих зданий содержатся в работе Ф.А. Кириллова и С.В. Пучкова, опубликованной в 1935 году [1]. Они описали методику инструментальных наблюдений за деформациями основания при колебаниях грунта.

Так, в работе [2] приводятся сведения, что при забивке свай под лабораторный корпус ВНИИлитмаш (г. Москва) вблизи трехэтажного административного корпуса произошла осадка здания на 20-30 мм и сдвиг стены к свайному полю, в стенах образовались недопустимые трещины. Это свидетельствует о том, что проблема забивки свай или

другого динамического воздействия на существующие здания и сооружения актуальна и требует разработки методики исследования.

Целью нашей экспериментальной работы было выявление особенностей деформации несвязного грунта под воздействием динамических нагрузок.

В лоток с песком средней крупности устанавливалась модель столбчатого фундамента с источником колебаний. В качестве фундамента выступал прямоугольный лист ламинированной фанеры (295x195x10мм), на который был установлен электрический вибратор (частота 22,5Гц). Установка имела следующий вид (Рисунок 1).



Рисунок 1 - Общий вид установки (модель фундамента и вибратор)

Перед приложением динамических нагрузок были полностью исключены статические деформации. Грунт подвергался вибрации интервалами в 5мин до тех пор, пока осадки фундамента не прекратились. В ходе эксперимента обнаружилось, что в первую пятиминутку осадки проходят наиболее интенсивно, поэтому интервал первых пяти минут был разбит на односторонние диапазоны. Эксперимент был проведен несколько раз: сначала без дополнительной нагрузки на фундамент (от его собственного веса и веса вибратора), далее с нагрузкой через 20Н (20; 40; 60; 80Н). Всякий раз эксперимент осуществлялся на вновь отсыпанном грунте естественной плотности. По результатам испытаний строились графики (Рисунок 2).

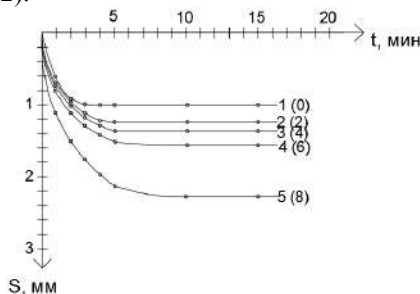


Рисунок 2 - Зависимость дополнительной осадки модели фундамента (S) от времени динамического воздействия (t)

На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы: динамические воздействия на грунт приводят к возникновению дополнительных деформаций основания и фундамента под машину. Приращение деформаций зависят от статического давления под подошвой фундамента. С увеличением нагрузки на грунт, находящийся под влиянием вибрации, деформации увеличиваются не только численно, но и стабилизируются в течение более продолжительного промежутка времени. Дополнительные деформации, вызванные виброуплотнением грунта, должны быть учтены при прогнозировании общих деформаций основания и фундамента с динамическими нагрузками.

Список литературы

1. Кириллов Ф.А. Распространение колебания в грунте от источника типа импульса [Текст]/Ф.А. Кириллов, С. В. Пучков; Тр. Сейсмол. ин-та АП СССР. №59, 1935. – 20 с.
2. Исмагилова, З.Ф. Исследование осадки фундаментов в глинистых грунтах при динамической нагрузке [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.02/З.Ф. Исмагилова. - Уфа, 2006. – 124 с.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСИЛЕНИЯ ПЛИТНОГО ФУНДАМЕНТА В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ SCAD OFFICE

А.А. Козлова, Л.В. Нуждин

**Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин), nuzhdin_ml@mail.ru**

Исследование посвящено изучению моделей фундаментов, усиленных грунтоцементными включениями разных параметров в программе SCAD Office. Проведен анализ эффективности усиления и сравнение с фундаментной плитой на естественном основании.

Ключевые слова: Фундамент, усиление, грунтоцементные включения, моделирование, программный комплекс SCAD Office.

Объектом нашего исследования являются фундаментные плиты, усиленные грунтоцементными включениями разных параметров. Данные плиты моделируются и в последующем рассчитываются в программном комплексе SCAD. Далее была разработана последовательность моделирования фундаментов, затем был проведен подготовительный курс для начала работы в программе.

Занятия были направлены на моделирование фундаментов на естественном грунтовом основании, которые стали основой для изучения фундаментов, усиленных грунтоцементными включениями (Рисунок 1).

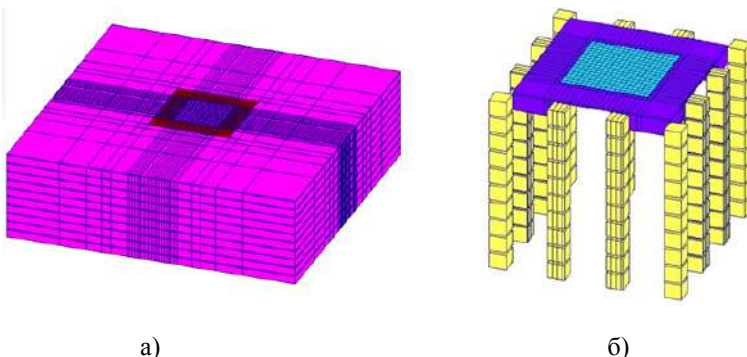


Рисунок 1 - фундамент: а) на однородном основании б) на усиленном основании

В каждом варианте моделирования различных фундаментов (усиленных и неусиленных) были произведены линейные расчеты осадок, напряжений и т.п. Полученные данные рассчитывались методом конечных элементов в программном комплексе.

Вследствие наших исследований, расчетов, моделирований было проведено одно сравнение усиленного и неусиленного фундаментов, что и стало завершающей стадией нашей работы на данном этапе. В будущем будет проведено продолжение исследования по существующим вариантам усилений на различных грунтах и видах фундаментов. Более углубленное исследование поможет выявить наилучшее усиление фундаментов грунтоцементными включениями.

В ходе исследования и моделирования различных вариантов фундаментов был выделен ряд проблем, связанных с точностью и достоверностью данных результатов.

Во-первых, данный программный комплекс SCAD Office предназначен для расчетов металлических и железобетонных конструкций, а исследование производится на дополнении программы, то есть расчеты и моделирование фундаментов в SCAD находится на этапе разработки, который проверяется проведенным исследованием.

Во-вторых, программа SCAD производит расчеты фигур прямоугольной формы (квадрат, прямоугольник), что является

проблемой для моделирования элементов шарообразной, либо другой, отличной от прямоугольной формы, фигуры.

При успешном завершении исследования данная работа поможет целесообразно подобрать усиление для зданий и сооружений в реальной жизни.

РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ МНОГОПРОЛЕТНЫХ БАЛОК

И.С. Косяченко, А.П. Денисенко, А.В. Мищенко
Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин), mavr59@ngs.ru

Рассматривается задача регулирования напряженного состояния трехпролетной неразрезной балки при варьировании положения двух промежуточных опор по горизонтали и вертикали. Расчеты выполнены с помощью пакета символьной математики Mathcad 14. В оптимальной балке получено снижение изгибающих моментов на 23%.

Ключевые слова: Регулирование напряженного состояния, оптимизация, шпренгельная балка.

Многопролетные балочные системы широко используются в строительной практике. Известно, что прочность их в основном определяется изгибающими моментами, зависящими, с одной стороны, от внешних воздействий, а с другой, – от конструктивных особенностей и геометрических параметров. В случае статической неопределимости балок кинематические воздействия, например, такие, как перемещения опорных устройств, активно влияют на ее напряженное состояние.

Цель данной работы заключается в оптимизации параметров трехпролетной неразрезной балки посредством применения условий выравнивания расчетных изгибающих моментов. Такие задачи относятся к классу задач регулирования напряженного состояния [1]. В дважды статически неопределимой балке могут быть использованы два параметра – регулятора. В качестве них приняты: координата средних промежуточных опор по горизонтали x и начальное их смещение по вертикали Δ . Величинами, подлежащими регулированию, являются изгибающие моменты M_2 на двух промежуточных опорах и наибольшие моменты в крайних и среднем пролетах – M_1, M_3 . Условия регулирования, дополненные уравнением для определения местоположения первого расчетного сечения, имеют вид

$$M_1 = -M_2, \quad M_3 = -M_2, \quad \frac{dM_1(x_1)}{ds} = 0.$$

Решение задачи существенно упрощается при замене кинематического регулятора Δ его силовым эквивалентом – реакцией на средней опоре R . Выполнив математические выкладки в среде *Mathcad-14*, получаем:

$$x = \frac{1}{2} \frac{\sqrt{2}-1}{4\sqrt{2}-5} l \approx 0,3153l, \quad R = ql \frac{7\sqrt{2}-10}{(\sqrt{2}-1)(4\sqrt{2}-5)} \approx 0,3694ql, \\ x_1 \approx 0,1306l.$$

Величины отрегулированных изгибающих моментов составили

$$M_1 = M_3 = -M_2 = 0,008528ql^2.$$

В эталонной балке при равных длинах трех пролетов и $\Delta = 0$ получаем $M_{\max} = -M_1 = 0,01112ql^2$, что на 23,3% больше, чем в балке с отрегулированными моментами. Обратная замена регуляторов $R \rightarrow \Delta$ выполняется по условию совместности деформаций на средней опоре.

Данный подход может быть применен для регулирования параметров шпренгельных балок с тремя панелями. Используя найденные оптимальные значения реакции R и перемещения Δ , может быть выполнен подбор необходимых площадей сечений элементов шпренгельной цепи, которая выполняет роль промежуточных опор с начальным смещением Δ .

Рассмотренный способ оптимизации неразрезной трехпролетной балки не требует каких-либо дополнительных затрат ресурсов, а лишь размещения промежуточных опор в найденных расчетных точках, что приводит к повышению несущей способности балки на 23%.

Список литературы

1. Себешев В.Г. Особенности работы статически неопределимых систем и регулирование усилий в конструкциях / Учебное пособие. – Новосибирск, НГАСУ, 2009, 144 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В ПЛОСКОМ ЭЛЕМЕНТЕ С ОВАЛЬНЫМ ВЫРЕЗОМ И ПРОПИЛАМИ, ИМИТИРУЮЩИМИ ТРЕЩИНЫ

А.А. Лазарев, М.В. Табанюхова, Н.В. Харинова
Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин); m.tabanyukhova@sibstrin.ru

В работе представлены результаты численного и физического экспериментов, направленных на исследование напряжённого состояния плоского элемента с овальным вырезом и десятью пропилами, имитирующими трещины. Оценено влияние угла наклона пропилов на величины напряжений. Получены коэффициенты концентраций напряжений у вершин трещин – пропилов.

Ключевые слова: Метод фотоупругости, численный эксперимент, коэффициенты концентрации

Из поляризационно-оптического материала – оргстекла марки Э2 изготовлен образец с габаритными размерами 93мм×84мм×6мм. Пропилы расположены под разными углами к горизонтالي. В программном комплексе SCAD задана аналогичная модель. Оба эксперимента проводились при осевом сжатии с одинаковой нагрузкой.

С помощью программного комплекса SCAD получены поля напряжений в модели для двух вариантов (Рисунок 1). В первом варианте пропилы на вертикальной оси симметрии ориентированы строго вертикально, а во втором – имеют небольшой угол наклона.

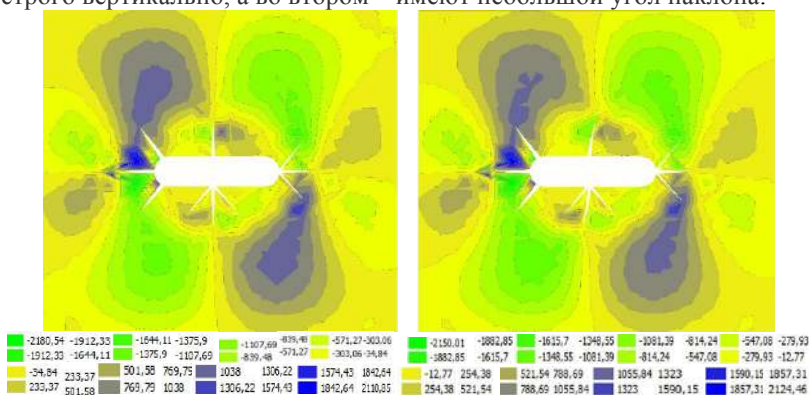


Рисунок 1 – Поля касательных напряжений, полученные в программном комплексе SCAD

С помощью полей напряжений оценено влияние угла наклона трещин на напряжённое состояние элемента и вычислены коэффициенты концентрации напряжений у вершин трещин.

При прямом просвечивании модели в белом свете на установке ППУ-7 получены картины полос интерференции и поля изоклин [1]. Интерференционная полоса соединяет между собой точки с одинаковой разностью главных в плоскости напряжений, а изоклина – точки с одинаковым углом наклона главных напряжений. На Рисунке 2 представлена картина полос интерференции, зафиксированная при нагрузке 2 кг. Цифрами 0 – 3 обозначены номера полос.

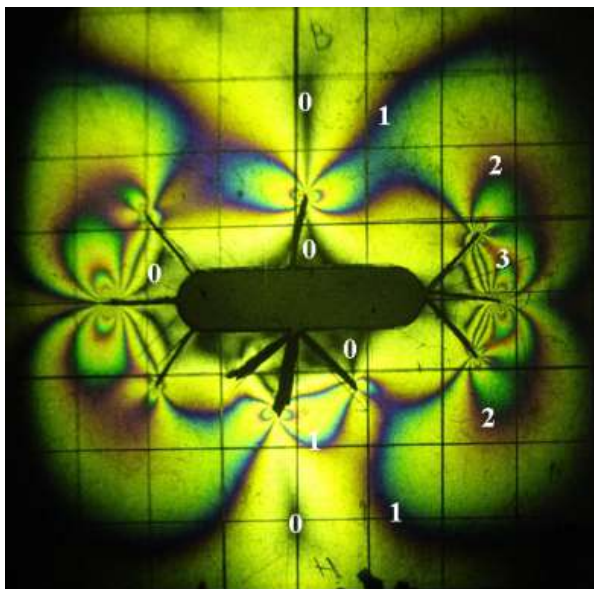


Рисунок 2 – Картина полос интерференции, полученная в физическом эксперименте

С помощью картины полос интерференции определены коэффициенты концентрации напряжений у вершин трещин – пропилов.

Выполнено сравнение коэффициентов концентрации напряжений, найденных по результатам численного и физического экспериментов.

Список литературы

1. Александров А.Я., Ахметзянов М.Х. Поляризационно-оптические методы механики деформируемого тела. Москва, Наука, 1973. - 576 с.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ГАУССОВОЙ КРИВИЗНЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТЕНТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Б.А. Лунарева, М.Г. Тен

Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин), mapana2008@gmail.com

В докладе рассмотрены основные характеристики гауссовой кривизны, на их основе разработан метод расчета тентовой конструкции с максимальным натяжением с применением теории математического анализа и начертательной геометрии.

Ключевые слова: Тентовые конструкции, гауссова кривизна, начертательная геометрия.

В настоящее время на рынке строительных материалов всё большую популярность набирают мембраны и текстильные материалы, используемые при возведении спортивных арен, стадионов и т.д.

Для сборки данных конструкций делается развертка поверхности, и на этапе сборки требуется натяжение мембраны во всех точках, в том числе и на швах. Для того чтобы достичь данного натяжения, программы для проектирования таких конструкций базируются на математическом аппарате кривизны поверхности, в частности, гауссовой кривизны. Таким образом, возникает следующая проблема: теоретические основы того, какие значения может принимать гауссова кривизна, какие оптимальные значения необходимы для требуемого натяжения конструкций и как их задать для определенной фигуры не находятся в широком доступе для применения и имеют практическое значение, только будучи заложенными в программах для проектирования данных конструкций, доступных лишь узкому кругу людей, в связи с достаточно высокой стоимостью. Объект исследования: свойства гауссовой кривизны как основной характеристики поверхностей тентовых конструкций.

В ходе исследования выяснилось, что натяжение достигается кривизной поверхности, которая должна быть, во-первых, отрицательная, что позволяет сопротивляться как верхним, так и нижним нагрузкам, а, во-вторых, стремиться к минус бесконечности, чтобы выдерживать бесконечно большие нагрузки. Изучены методы образования поверхностей с отрицательной гауссовой кривизной [1]. Применены параметрические уравнения поверхностей для создания их формы с гауссовой кривизной, стремящейся к бесконечности [2].

Исследование построено на анализе поверхностей с отрицательной гауссовой кривизной исключительно с точки зрения начертательной геометрии и математического анализа и не может считаться полноценным. Необходимо рассмотреть данный вопрос с точки зрения теоретической механики для вычисления максимально возможной нагрузки на тент в природно-климатических условиях отдельных регионов, для определения минимальной кривизны поверхности, и только тогда, отталкиваясь от полученных выводов в данной работе, возможно задавать требуемые поверхности.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

1. Определены оптимальны способы задания таких поверхностей с отрицательной гауссовой кривизной, как однополосный гиперболоид вращения и гиперболический параболоид, которые являются наиболее актуальными в проектировании тентовых конструкций.
2. Рассчитаны значения параметров поверхностей, при которых гауссова кривизна поверхности стремится к минус бесконечности.

Результаты исследования могут быть применены для повышения уровня подготовки студентов первого курса на кафедре начертательной геометрии в качестве основы для разработки задач по теме поверхности. А также могут быть предложены на кафедрах математики и теоретической механики для углубления полученных знаний по проектированию поверхностей при использовании заданий, разработанных на кафедре начертательной геометрии.

Список литературы

1. Короткий В.А. Начертательная геометрия [Текст] / В.А. Короткий, Л.И. Хмарова, И.В. Буторина: конспект лекций; Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. С. 77-80.
2. Александрова А.Д. Математика, ее содержание, методы и значение [Текст] / А.Д. Александрова, А.Н. Колмогорова, М.А. Лаврентьева: в 3-х т. Том 2; Изд. Академии наук СССР, 1956. С. 126-128.

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ РАСЧЕТА ПЛИТНОГО ФУНДАМЕНТА НА ОДНОРОДНОМ И ЛОКАЛЬНО УСИЛЕННОМ ОСНОВАНИИ В ПАКЕТЕ SCAD OFFICE

Л.В. Нуждин, Д.И. Номоконов

Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин), nuzhdin_ml@mail.ru

Рассматривается применение программного пакета SCAD Office для расчета плитного фундамента. Проведен численный анализ осадок однородного и усиленного основания с целью подбора оптимальной схемы усиления фундамента в SCAD Office. Представлено сравнение расчетов по СП 22.13330.2011 и в компьютерной программе.

Ключевые слова: Осадки фундамента, SCAD OFFICE, усиленное основание, эффективность расчёта.

ОДНОРОДНОЕ ОСНОВАНИЕ В ПАКЕТЕ SCAD OFFICE

Цель доклада состоит в выполнении численного анализа фундаментной плиты с помощью комплексной программы SCAD OFFICE, во вторых, получить результаты, удовлетворяющие нормы и правила в области инженерной геологии, оснований и фундаментов.

Таблица 1 Расчет осадок в программе SCAD OFFICE

Нагрузка, Т	Осадка $S_{\max}$ по СП, мм	Давление под подошвой фундамента $\delta_{\max, \text{ц.т.}}$, Т/М ³
21000	248,9	26,1
18900	223,9	23,5
16800	198,8	20,9
14700	174,6	18,3
12600	149,5	15,7

Сравнив результаты расчета, при помощи вспомогательной программы ЗАПРОС и SCAD OFFICE, приходим к выводу, что неточность осадок закономерна. Таким образом, SCAD OFFICE удобен и практичен для анализа однородного основания и имеет положительные показатели.

ЛОКАЛЬНО УСИЛЕННОЕ ОСНОВАНИЕ В ПАКЕТЕ SCAD OFFICE

Полученные в результате твердые включения моделировались камнями квадратной формы. Усиление основания данным методом

происходит за счет армирующего эффекта, и тем самым снижает осадки при нагрузке 25 этажного здания.

Одним из эффективных способов усиления служит, инъецирование песчано-бетонной смесью в грунтовый массив. При этом основной вопрос проектирования заключается, в подборе различных схем усиления, с последующим расчетным обоснованием физико-механических характеристик рассматриваемого массива.

Таблица 2 – Расчет осадок усиленного основания в программе SCAD OFFICE

Основание	Осадка в узле S по контуру плиты (мм)				
	Осадка S1	Осадка S2	Осадка S3	Осадка S4	Осадка S5
Фундаментная плита	110,2	110,2	110,2	110,2	249,3
Фундаментная плита с вертикальными включениями	73,2	110,6	110,6	110,7	248,8
Фундаментная плита с вертикальными и горизонтальными слоистыми включениями	54	112,4	112,3	112,5	248,3

Выполненные расчеты показывают, что в рассматриваемом грунтовом массиве, осадки постепенно снижаются за счет инъецирования в грунт бетонным раствором, и можно сказать, что деформации с учетом жестких включений снижаются примерно в 2 раза, что подчеркивает целесообразность применения пакета SCAD OFFICE и позволяет получить качественный и положительный эффект.

Список литературы

1. Н.А. Цытович, В.Г. Березанцев, Б.И. Далматов, М.Ю. Абелев Основания и фундаменты (краткий курс). – М.: Высшая школа, 1970. – 38с.

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СВАЙ С УШИРЕННЫМИ ПЯТАМИ

А.А. Орешкина, В.С. Молчанов

Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин), molchanov051@mail.ru

Расчетным методом установлено влияние типа сваи на её несущую способность.

Ключевые слова: Сваи, буронабивные сваи, забивные сваи, уширение пяты, несущая способность свай.

Свайные фундаменты получили широкое распространение, поскольку позволяют возводить здания и сооружения в сложных инженерно-геологических и гидрогеологических условиях – на слабых грунтах с малой несущей способностью. Для повышения несущей способности сваи устраивают уширения скважин.

Существует несколько способов образования уширения в скважине: разбуhrивание; вдавливание или раскатывание грунта; обработка бетонной смеси электрическими разрядами; взрыв камуфлетного заряда; трамбование жесткой бетонной смеси в забое скважины. Наиболее распространенными типами уширителей бурового инструмента для создания пяты скважины являются разбуhrиватели и раскатыватели. Также используют оболочки, которые при нагнетании в них цементного раствора под давлением расширяются в объеме.

Особенности расчета свай. Сваи по несущей способности грунтов основания в грунтовых условиях II типа просадочности следует рассчитывать с учетом сил отрицательного трения в соответствии с СП 24.13330.2011 [1] и СП 22.13330-2011 [2].

Расчет буронабивных свай с уширением пяты и без такового производится по [1], пункт 7.2.6, формула 7.11:

$$F_d = \gamma_c(\gamma_{cR}RA + \gamma_{cf}u\Sigma f_i h_i),$$

где γ_c - коэффициент условий работы свай; γ_{cR} - коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи; R - расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа; A - площадь опирания сваи, м², для набивных и буровых свай с уширением принимается по площади поперечного сечения уширения в месте наибольшего его диаметра; u - периметр поперечного сечения ствола сваи, м; γ_{cf} - коэффициент

условий работы грунта на боковой поверхности сваи; f_i - расчетное сопротивление i -го слоя грунта на боковой поверхности ствола сваи, кПа; h_i – толщина i -го слоя грунта.

В рамках исследования была рассчитана несущая способность трех видов свай: забивной, сечением 400х400 мм, буронабивной без уширения, диаметром 500 мм и буронабивной с уширением (диаметр уширения 1000 мм, диаметр ствола сваи 500 мм), для одинаковых инженерно-геологических условий.

По результатам расчета можно сделать вывод, что несущая способность буронабивной сваи с уширением пяты на 41,6 % больше несущей способности забивной сваи и на 62 % больше буронабивной сваи без уширения пяты. Сравнительно большая несущая способность забивных свай связана с тем, что при их устройстве уплотняется окружающий грунт и это явление в нормативных документах отражает коэффициент условий работы грунта на боковой поверхности сваи - γ_{cf} ([1], пункт 7.2.2, формула 7.8). Уплотнения окружающего грунта при устройстве буронабивных свай можно также добиться при технологии выполнения скважины раскатыванием. В расчетах это существенно увеличит коэффициент γ_{cf} ([1], пункт 7.2.6, формула 7.11) и повысит несущую способность буронабивной сваи.

Достоинствами буронабивных свай с уширением пяты являются экономичность (малый расход арматуры) и отсутствие динамических воздействий при производстве работ, а недостатком-трудоемкость контроля качества выполнения работ; необходимость проверки сплошности ствола сваи; потребность в специальном оборудовании.

Список литературы

1. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты (Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85). М.: 2011.
2. СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений (Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*). М.: 2012.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АРМИРОВАННОГО ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ ФУНДАМЕНТА МАШИНЫ С ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКОЙ

Н.В. Рулева, С.В. Линовский

Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин), per_pror@sibstrin.ru

Приведены результаты экспериментального и аналитического исследований влияния различной интенсивности армирования грунта на колебания фундамента. Определена жесткость грунтового основания и амплитуды колебаний фундамента. Установлена зависимость указанных параметров от интенсивности армирования грунтового основания.

Ключевые слова: Жесткость грунтового основания, армирование грунта, амплитуды колебаний фундамента

Введение армоэлементов способно существенным образом увеличивать модуль деформации грунта при статическом нагружении. Предполагается, что такой же эффект будет достигнут при усилении грунтового основания под машину с динамической нагрузкой. Ввиду того, что данный вопрос недостаточно изучен в динамике, было принято решение провести дополнительные исследования.

Целью работы являлось экспериментальное исследование влияния армирования грунтового массива на изменение жесткости основания фундамента мелкого заложения под машину с динамическим воздействием и аналитическое исследование влияния этого фактора на амплитуду колебаний.

Эксперимент проводился в лаборатории для двух условий: компрессионного сжатия (компрессионный прибор КП-1) и плоской задачи. В обеих сериях экспериментов в качестве грунта использовался песок средней крупности, заранее изготовленные жесткие штампы размерами 37 х 37 см, 3×3, 4×4, 6×6 и 7×7 см, чаши диаметром 110 мм и 70 мм, в качестве армирующих элементов – пластиковые сетки, с различными размерами и полиэтиленовые пленки ($\delta=0,10$ мм) диаметром листов от 55 до 105 мм. Армоэлементы укладывались с различными интервалами[1]. К штампу прикладывалась нагрузка, фиксируемая индикатором, вычислялись значения деформаций. Загружение производилось до момента потери устойчивости.

Испытания армированных грунтов в условиях компрессионного сжатия не выявили какого-либо влияния их на жесткость грунтового основания, что объясняется невозможностью бокового расширения образцов грунта. Результаты эксперимента в грунтовой лотке показали, что введение армирующих сеток в массив грунта под подошвой фундамента позволяет увеличить жесткость грунтового основания (от 12 до 300%) в зависимости от интенсивности армирования (количества и места расположения сеток) и давления под подошвой фундамента.

На основе экспериментальных данных было выполнено расчетно-аналитическое исследование, которое заключалось в определении размеров подошвы фундамента под коловый молот при заданном модуле деформации для 2 случаев: без армирования грунтового основания и с армированием, а также технико-экономическое сравнение данных вариантов по трудоемкости и стоимости материалов.

Полученные аналитические и экспериментальные данные позволяют сделать вывод о том, что применение армирования грунтового основания под машину с динамической нагрузкой эффективно.

Так, при армировании грунтового основания сетками с уплотнением слоев грунта через 0,5 м стоимость материалов снижается на 66 % в сравнении с вариантом без армирования, трудоемкость снижается на 26%. При этом, применение в основании фундамента под машину армоэлементов в данном случае позволило увеличить жесткость грунтового основания и существенно снизить амплитуду его колебаний, а также существенно уменьшить расходы на возведение такого фундамента.

Список литературы

1. Рулева Н.В., Линовский С.В. Исследование влияния армирования грунта на жесткость динамической системы “МАШИНА-ФУНДАМЕНТ-ОСНОВАНИЕ”. –Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2017. –106 с.
2. СП 26.13330.2012. Фундаменты машин с динамическими нагрузками. Актуализированная редакция СНиП 2.02.05-87. – М.: Минрегион России, 2012.

СИСТЕМА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ПРЕЖДЕВРЕМЕННОГО РАЗРУШЕНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ

И.И. Сингизин, С.В.Мятеж

Новосибирский государственный технический университет,
myatezh@corp.nstu.ru

В тезисах доклада рассмотрены актуальные проблемы надежности резервуаров вертикальных стальных. Доказана актуальность и необходимость внедрения дополнительных средств контроля и сбора информации о техническом состоянии резервуаров. Предложены возможные пути решения проблемы.

Ключевые слова: Резервуар вертикальный стальной, хранение нефтепродуктов, остаточный эксплуатационный ресурс, диагностика, неразрушающий контроль, предупреждение

Ежегодное число аварий на резервуарах вертикальных стальных (РВС) остается достаточно высоким без тенденции к снижению, в то время как каждый разлив на любом объекте влечет за собой весомый экологический и экономический ущерб, а каждый третий случай сопровождается эффектом «домино» и приводит к разрушению и окружающих РВС.

Современные нормативные документы, в частности, ГОСТ 31385-2016 не устанавливают предельного срока службы резервуаров. Основанием для демонтажа резервуара являются лишь результаты диагностического обследования. Для резервуаров со сроком эксплуатации более 20 лет рекомендованы диагностические обследования: частичное раз в 5 лет, полное раз в 10 лет. Диагностирование такого рода не предполагает должного наблюдения за состоянием резервуаров в момент их эксплуатации, не учитывает возможного влияния внешних факторов на резервуар, а также резервуарный парк в целом.

Большее количество отказов различной степени тяжести связано со значительным сроком эксплуатации. Основными причинами разрушений технологического оборудования являются: высокий процент износа эксплуатируемых в настоящее время РВС, неравномерные осадки фундамента, концентрация напряжений в зоне упорного угла, дефекты сварного шва, коррозия и утонения стенок. Слабыми местами и зоной повышенного внимания является область сопряжения стенки с днищем резервуара и сварные соединения первого пояса.

Предлагается концепция дополнительной системы контроля параметров и наблюдения за состоянием РВС. Система должна устанавливаться опционально на уязвимые места, выявленные в ходе плановой капитальной диагностики. Получаемая информация должна иметь количественную форму и отражать полную картинку происходящего. Для сбора данных необходимо использовать исключительно методы неразрушающего контроля, которые сейчас представлены на рынке в широком ассортименте. Использование методов неразрушающего контроля не создаст лишних напряжений в теле резервуара и не сократит его эксплуатационный срок. Обязательно нужно обратить внимание на наработки в сфере диагностики и дефектоскопии в других сферах, например: строительство, монтаж грузоподъемных кранов, дефектоскопия железнодорожного полотна.

Прогнозирование остаточного ресурса предполагает собой модель, основанную на взаимосвязи между состоянием резервуара, внутренними и внешними факторами. Процедура выявления возможных причин возникновения и развития аварийных ситуаций базируется на результатах анализа собранной информации, а также отслеживании состояния РВС в реальном времени.

РВС относятся к ответственным сооружениям и эксплуатируются уже почти век, однако до сих пор нет отработанной модели предсказания остаточного эксплуатационного ресурса резервуара. Внедрение предлагаемой системы значительно снизит риск аварии на РВС, а также обеспечит сбор информации, на основе которой могут быть построены более точные математические модели прогнозирования.

Список литературы

1. Алексеев С.В. Обустройство резервуарных парков: монография / С.В. Алексеев, В.А. Алексеев, С.И. Поникаров; М-во образ. И науки РФ, Казан. Гос. Тезнол. Ун-т. – Казань КГТУ, 2010. – 96с.
2. ГОСТ 31385-2016 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия
3. Швырков С.А. Статистика квазимгновенных разрушений резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов / С.А. Швырков, С.А. Горячев, В.П. Сорокоумов, С.В. Батманов, В.В. Воробьев // Пожаровзрывобезопасность. – 2007 – Вып. 6.- с.48-52

НАДЕЖНОСТЬ РАМЫ С РЕГУЛИРОВАНИЕМ УСИЛИЙ СПОСОБОМ СМЕЩЕНИЙ СВЯЗЕЙ

Д.А. Троян, Е.А. Фадеева, В.Г. Себешев

Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин), sebeshev@sibstrin.ru

Рассмотрена актуальная задача расчета надежности систем рамного типа, в которых осуществляется регулирование способом смещения связей. Выявлены особенности зависимости вероятности отказа от регуляторов, а также от стохастических свойств расчетных параметров системы.

Ключевые слова: Регулирование, смещения связей, надежность, вероятность отказа, рамы, материалоемкость.

Эффективным средством улучшения свойств современных сооружений и конструкций является регулирование их напряженно-деформированного состояния (НДС). При этом возникает проблема возможного ухудшения характеристик надежности системы.

Цель: Определение надежности деформируемой системы рамного типа с выбранным способом регулирования.

Задачи:

1. Выявление влияния регуляторов на надежность при различных вероятностных свойствах системы и регуляторов.

2. Комплексная оценка надежности с учетом материалоемкости.

Предмет исследования: надежность линейно-деформируемых систем с регулированием НДС способом смещения связей.

Объект исследования: рамы с регулированием силовых факторов смещениями опор.

Методы исследования: вероятностные методы строительной механики, теория надежности, теория вероятности.

Рассмотрена однопролетная одноэтажная П-образная рама (рис. 1).

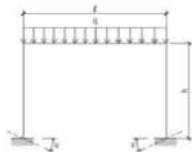


Рисунок 1 – Расчетная схема

Решение поставленных задач содержит:

1) выбор регулятора, назначение условий регулирования и определение усилий в отрегулированной системе [1] как случайных величин

$$\tilde{S}_j = \sum_1^{n_v} S_{j,V_{k=1}} \times \tilde{V}_k + \tilde{S}_{j,q}, \quad j = \overline{1, m}, \quad n_v = 2; \quad (1)$$

где V_k – регуляторы; q – нагрузка; $S_{j,V_{k=1}}$ и $S_{j,q}$ – усилия от единичного регулятора и нагрузки соответственно;

2) определение вероятностных характеристик силовых факторов и напряжений

$$\tilde{\sigma}_j = \tilde{\sigma}_{j,M} + \tilde{\sigma}_{j,N} = \tilde{M}_j / \tilde{W}_j + \tilde{N}_j / \tilde{A}_j; \quad (2)$$

3) определение вероятности отказа [2] по m условиям безотказности

$$P_f(V) = \sum_1^m P_{fj}, \quad (3)$$

где $P_{f,j} = 10^{-\varphi(\beta_j)}$; β_j – индекс надежности.

Выявлена зависимость вероятности отказа от регулятора; график этой зависимости имеет пикообразный вид (рис. 2), причем в рассмотренной постановке задачи наибольшая вероятность отказа соответствует наименьшему расходу материала. Исследовано влияние вероятностных свойств основных расчетных параметров на характеристики надежности.

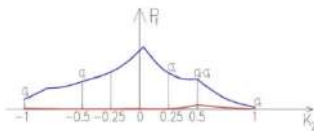


Рисунок 2 – Вероятность отказа в зависимости от регулятора

Выводы:

1. Оптимальному по материалоемкости регулированию соответствует наибольшая вероятность отказа (минимум надежности).
2. С увеличением коэффициентов вариации нагрузки, сопротивления и других расчетных параметров вероятность отказа увеличивается.
3. Полученное решение позволяет выявить рациональную область регулирования.

Список литературы

1. Себешев В.Г. Особенности работы статически неопределимых систем и регулирование усилий в конструкциях. Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2009. 165 с.
2. Райзер В.Д. Теория надежности сооружений. Научное издание. М.: Издательство АСВ, 2010. 384 с.

ВЕРОЯТНОСТНЫЕ РАСЧЕТЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ УСИЛИЙ И ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ФЕРМ С КИНЕМАТИЧЕСКИМ ПРЕДНАПРЯЖЕНИЕМ

Х.Ю. Чирцова, В.Г. Себешев

Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин), sebeshev@sibstrin.ru

Рассмотрена задача расчета надежности ферм, в которых осуществляется регулирование усилий способом смещения опор. Получены зависимости вероятности отказа и объема материала конструкции от параметров регулирования, выполнен их анализ. Показана возможность проектирования ферм с кинематическим регулированием при заданной допустимой вероятности отказа.

Ключевые слова: Надежность, вероятность отказа, кинематическое преднапряжение, оптимизация, фермы.

Регулирование напряженно-деформированного состояния строительных конструкций с помощью различных методов позволяет уменьшать их стоимость за счет экономии материала [1, 2]. При этом актуализируется оценка влияния регулирования на вероятность отказа.

В работе рассмотрена задача расчета надежности деформируемой системы, в которой осуществляется кинематическое регулирование силовых факторов, на модели двухпролетной неразрезной фермы с использованием в качестве регулятора смещения средней опоры V .

Основная цель – выявление и анализ зависимости от параметров регулирования комплексной характеристики надежности по критериям прочности и устойчивости с учетом материалоемкости. Для этого решается прямая задача вероятностного расчета [1] и внутренняя задача регулирования [2] (при изменении регуляторов определяются соответствующие напряжения в стержнях фермы, удовлетворяющие условиям прочности растянутых и устойчивости сжатых стержней):

$$N_{j \text{ раст}} \leq N_{uj} = \sigma_{uj} \cdot A_j; \quad N_{j \text{ сж}} \leq N_{j \text{ cr}} = \varphi_j \cdot \sigma_{uj} \cdot A_j. \quad (1)$$

Исходные условия регулирования $\Phi(N) = 0$ трансформируются в условия, записанные в регуляторах. Для линейно деформируемых систем это дает систему уравнений

$$A \cdot V + B_{\Sigma} = 0, \quad (2)$$

решением которой находятся значения регуляторов V , обеспечивающие выполнение условий регулирования.

Расчетом статически неопределимой системы определяются усилия в стержнях фермы с учетом регулирования:

$$N = N(F) + N(V). \quad (3)$$

Все расчетные параметры (нагрузки, геометрические характеристики, регулятор и др.) – случайные величины, описываемые своими математическими ожиданиями (МО) и дисперсиями либо стандартами. Расчет вероятностей отказа при значениях регулятора в окрестности оптимального дает график зависимости вероятности отказа от значения регулятора, приводимый далее к безразмерным величинам $r_f = P_f / P_{f(1)}$

(рис. 1, линия 1). Характерной выявленной особенностью графика является пик при оптимальном значении регулятора V_{opt} (рис. 1, линия 2).

Исследовано также изменение объема U материала конструкции в зависимости от регулятора. Обнаружено увеличение U при отклонениях от V_{opt} . Для комплексной оценки эффективности регулирования используется критерий $r = r_f \cdot U/U_{(1)}$ [3], характеризующий зависимость относительной вероятности отказа от значения регулятора с учетом затрат материала (рис. 1, линия 3). Полученные результаты позволяют определять рациональное регулирование системы при требуемом уровне надежности.

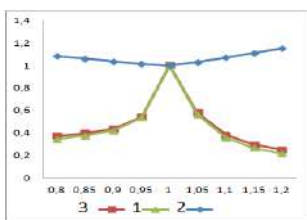


Рисунок 1 – графики характеристик вероятностей отказа

Список литературы

1. Райзер В.Д. Теория надежности сооружений. М.: АСВ, 2010. 384 с.
2. Себешев В.Г. Особенности работы статически неопределимых систем и регулирование усилий в конструкциях. Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2009. 164 с.
3. Себешев В.Г. Комплексная оценка надежности конструкций с регулируемыми параметрами напряженно-деформированного состояния // Известия вузов. Строительство. 2011. № 11. С. 113 – 120.

СТРОИТЕЛЬСТВО РЕЧНОГО ВОКЗАЛА «СИНЯЯ ЧАЙКА» В Г. НОВОСИБИРСКЕ

А.Г. Шаланкова, А.И. Шелковникова, О.В. Левина
Сибирский государственный университет путей сообщения
mail2levina@ngs.ru

В докладе рассмотрено необычное с точки зрения объемно-планировочных решений здание речного вокзала в г. Новосибирске, что выгодно его отличает от часто используемых стандартных проектов.

Ключевые слова: Речной вокзал, современные строительные материалы

Во многих городах России, расположенных возле рек, активно используются речные вокзалы. В г. Новосибирске, к сожалению, речной транспорт не распространен, несмотря на то, что город расположен у одной из самых крупных рек мира. Целью работы является проектирование несущих конструкций и строительство здания речного вокзала в г. Новосибирске. В данном докладе показаны архитектурно-конструктивные решения исследуемого объекта.

Проектируемое здание расположено на правом берегу реки Обь, рядом со станцией метро «Речной вокзал». Здание каркасное, выполнено в железобетонном исполнении. Параметры здания: 47,2 x 32,2 м.

На первом этаже речного вокзала запроектированы холл, зал ожидания, медпункт и пункт полиции, торговые и административные помещения. Также в холле установлен лифт, габариты которого подобраны с учетом требований для маломобильных групп населения. В здании предусмотрены санузлы и пандусы у отдельного входа.

На втором этаже здания запроектированы речной музей и ресторан, что позволяет использовать здание не только в летний, но и в зимний период года. Большие панорамные окна открывают вид на реку.

Учитывая слабые грунтовые условия, для фундамента здания выбрана пространственная фундаментная платформа арочного типа в монолитном варианте [1]. Такие фундаменты обладают большей жесткостью и устойчивостью, чем свайные или ленточные. При консультации со специалистами компании «Технониколь» нами была разработана модель гидроизоляции такого вида фундамента.

При проектировании конструкций фасада с вентилируемой воздушной прослойкой особое внимание было обращено на

возможность свободной циркуляции воздуха в прослойке. В качестве теплоизоляционного материала выбран материал «ТехноНИКОЛЬ PIR» с показателем теплопроводности $0,021 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{К}$, который не только не впитывает влагу, не горит, не подвержен гниению, но и устойчив к плесени и грибку. Поскольку «ТехноНИКОЛЬ PIR» – новый материал в компании, он не включен в калькулятор теплотехнического расчета. Нами самостоятельно проведен теплотехнический расчет, учитывая влажные условия среды. Для энергоэффективного архитектурного решения на крыше речного вокзала предусмотрена композиция в виде чайки на основе высокотехнологичных материалов и алюминиевой пудры.

В своем проекте мы остановились на балочном конструктивном решении, так как при данных больших пролетах это решение наиболее экономично. В нашем проекте мы подобно остановились на расчете и конструировании главной балки по оси 4, мы задались следующими габаритами главной и второстепенной балки.

Расчет проводили с учетом понижающего коэффициента в зависимости от грузовой площади и коэффициентов сочетаний, после выбрали самое невыгодное сочетание по каждому пролету. В результате расчета главной балки мы выбрали армирование на опорах и в пролетах, также установили, что расчет по наклонным сечениям выполняется при диаметре хомутов 8 мм с шагом рабочих стержней 300 мм.

На следующем этапе разработки проекта планируется конструирование и расчет несущих конструкций здания речного вокзала, составление сметы.

Список литературы

1. Митасов В.М., Жарикова А.Н. Элементы сборных фундаментов арочного типа/Труды НГАСУ, 2011, Т.14 – №1. – С.13.
2. Проектирование железобетонных конструкций. Справочное пособие/А.Б. Гольшев, В.Я. Бачинский, В.П. Полищук и др. – Киев: Будівельник, 1985 – 456 с.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОРТОТРОПНОЙ ПЛИТЫ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ

Л.А. Яшнов, С.Ю. Поляков, А.Н. Иванов
Сибирский государственный университет путей сообщения,
a.n.ivanov1@mail.ru

Работа посвящена расчетным исследованиям напряженно-деформированного состояния асфальтобетонного покрытия на ортотропных плитах различного конструктивного исполнения. Рассмотрено несколько способов снижения нормальных растягивающих напряжений в одежде ездового полотна и определен наиболее эффективный из них.

Ключевые слова: Пролетное строение, ортотропная плита, асфальтобетонное покрытие, модуль деформации.

В настоящее время конструкция одежды ездового полотна на мостах не рассчитывается, а просто назначается, что не позволяет учесть особенности ее работы на стадии проектирования искусственных сооружений. Это приводит к существенному снижению фактического срока службы покрытия на пролетных строениях в сравнении с проектным [1].

Одним из наиболее часто проявляющихся дефектов в одежде ездового полотна на мостах с ортотропными плитами (ОП) являются продольные трещины в асфальтобетоне над стенками главных балок, возникающие вследствие превышения поперечными растягивающими напряжениями предела прочности материала [1].

Так как покрытие и ОП работают совместно, изменение конструктивных параметров несущих элементов проезжей части способно привести к снижению растягивающих напряжений в асфальтобетоне. Для оценки влияния параметров ортотропной плиты на напряжения в дорожной одежде авторами выполнено определение напряженно-деформированного состояния (НДС) покрытия на мостах с ортотропными плитами с различными толщинами элементов и двумя типами продольных ребер – полосовыми и коробчатыми. Расчеты выполнены в конечно-элементном комплексе Midas Civil.

Поскольку асфальтобетон – вязкоупругий материал (напряжения в нем зависят от температуры t и длительности воздействия нагрузки τ), НДС одежды ездового полотна вычислено при $t = +20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $\tau = 0,1\text{ с}$. Значения модуля деформации асфальтобетона рассчитаны

по формуле, выведенной Д. Кристенсеном с соавторами и дополненной Б.Б. Телтаевым и Б.С. Радовским [2]. Значения коэффициента Пуассона материала вычислены в соответствии с механико-эмпирическим способом проектирования покрытий [3].

В качестве временной нагрузки задана тележка, по геометрическим параметрам аналогичная тележке нагрузки АК [4], но с нормативной нагрузкой на ось, как для расчета дорог на земляном полотне. Коэффициенты к нормативной величине нагрузки приняты в соответствии с нормами проектирования искусственных сооружений [4], как для проверок по выносливости элементов проезжей части стальных автодорожных мостов. Положение подвижной нагрузки на проезжей части определено по результатам анализа форм линий влияния поперечных растягивающих напряжений в рассчитываемых точках.

По результатам расчетов установлено, что наиболее эффективным с точки зрения снижения поперечных растягивающих напряжений в покрытии среди рассматриваемых способов является применение вблизи стенок главных балок коробчатых продольных ребер увеличенной толщины. Суммарный эффект снижения напряжений при замене полосовых ребер на утолщенные коробчатые составил 15...25 % в зависимости от температуры.

Полученные результаты планируется использовать в дальнейшем при разработке рекомендаций по назначению конструкции ортотропной плиты с учетом характера работы на ней одежды ездового полотна.

Список литературы

1. Яшнов, А.Н. Проблемы назначения и эксплуатации покрытий на ортотропной плите пролетных строений металлических мостов / А. Н. Яшнов, С. Ю. Поляков // М-лы XLI Межд. науч.-практ. конф. «Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика» / КазАТК им. М. Тынышпаева. – Алматы, 2017. – С. 354 - 358.
2. Радовский, Б. С. Вязкоупругие характеристики битума и их оценка по стандартным показателям / Б. С. Радовский, Б. Б. Телтаев. – Алматы: «Білім» баспасы, 2013. – 152 с.
3. Guide for Mechanistic-Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures. Part 2. Design Inputs. Chapter 2. Material characterization // USA, 2004. - 83 p.
4. СП 35.13330.2011. Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84* / ОАО «ЦНИИС». М.: ОАО ЦПП, 2011. - 340 с.

**МЕТОД СИММЕТРИРОВАНИЯ ШИНОПАКЕТОВ
МОЩНЫХ РУДНОТЕРМИЧЕСКИХ ПЕЧЕЙ****Н.К. Бадашкова, Л.П. Горева****Новосибирский государственный технический университет,
goreva@corp.nstu.ru**

Для симметрирования трубчатых шинопакетов короткой сети руднотермической печи предложены новые варианты перешихтовки проводников. Проведено численное моделирование электромагнитного поля с целью определения активного и индуктивного сопротивлений предложенных вариантов. Показаны результаты симметрирования короткой сети печи мощностью 80 МВА.

Ключевые слова: Руднотермическая печь, шихтованный пакет, активное и индуктивное сопротивление, вторичный токоподвод.

Основными электрическими параметрами руднотермической печи (РТП) являются индуктивное и активное сопротивления короткой сети, от которых зависят технико-экономические показатели работы печи. Основные требования, предъявляемые к короткой сети, это: минимум активного и индуктивного сопротивлений и их симметрия.

Для традиционной схемы короткой сети круглой РТП «треугольник на электродах с односторонним расположением источника питания относительно ванны печи шинопакет средней фазы короче шинопакета крайней фазы, следовательно, на этом участке закладывается асимметрия токоподвода. При проектировании крайних фаз стремятся минимизировать индуктивное сопротивление за счет максимальной бифилиции, выбирая вариант шихтовки, расстояние между проводниками.

Для трубчатых шинопакетов традиционными являются шахматный и коридорный варианты перешихтовки (Рисунок 1 а, б). Минимальное индуктивное сопротивление дает шахматный вариант, поэтому его логично использовать для длинных крайних фаз. Для короткой средней фазы надо использовать способ перешихтовки, дающий индуктивное сопротивление близкое сопротивлению крайней фазы. Коридорная перешихтовка не всегда может дать такой результат. Поэтому предложено множество вариантов перешихтовки,

являющихся комбинациями шахматного и коридорного, в котором можно выбрать наиболее подходящий для средней фазы.

Рассмотрим симметрирование сети на примере РКЗ-80 (руднотермическая круглая закрытая, мощностью 80 МВА). Печь работает на номинальном токе электрода 170 кА. Шинопакет крайних фаз в 2 раза длиннее средней. Пакет выполнен из 32 водоохлаждаемых трубошин (16 на полуфазу). Трубошины скомпонованы по схеме $n \times m = 8 \times 4$. Наружный диаметр трубошин равен 0,06 м с толщиной стенки 0,01 м. Минимальное межцентровое расстояние равно 0,08 м.

В [1] предлагается методика расчета индуктивного сопротивления пакетов трубошин, перешихтованных только традиционными способами. Для шинопакетов РКЗ-80 индуктивные сопротивления шахматного (Рисунок 1, б) и коридорного (Рисунок 1, а) вариантов шихтовки соответственно равны $4,35 \cdot 10^{-6}$ Ом/м и $1,4 \cdot 10^{-5}$ Ом/м. Видно, что индуктивное сопротивление для коридорного способа в 3 раза больше, чем для шахматного. Значит, коридорный способ не подходит для средней фазы.

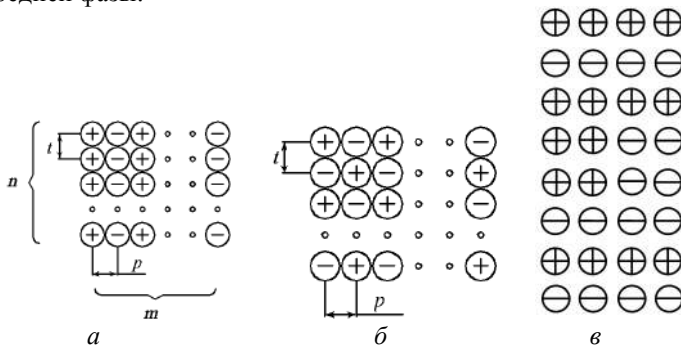


Рисунок 1 – варианты перешихтовки шинопакета РКЗ-80.

а – коридорный, б – шахматный, в – новый

Были разработаны несколько новых вариантов перешихтовок. Методом численного моделирования электромагнитного поля шихтованного пакета в ПО Ansys были определены их сопротивления. Минимальное индуктивное сопротивление при шахматном варианте перешихтовки равно 4,1 мкОм/м. Значит, в идеале для симметрирования средней фазы необходимо сопротивление, равное 8,2 мкОм/м.

Результаты моделирования показали, что наиболее подходящим оказался вариант, изображенный на Рисунке 1в. Активное и индуктивное сопротивления равны 2,75 мкОм/м и 8,164 мкОм/м.

Таким образом, не меняя габаритов шинопакета, удалось получить необходимое значение его индуктивного сопротивления.

Список литературы

1. Данцис Я.Б., Кацевич Л.С., Жилов Г.М. и др. Короткие сети и электрические параметры дуговых электропечей: Справочник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1987. 320 с.

ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ ПЛАЗМОТРОН МОЩНОСТЬЮ 50 кВт ПЛАЗМЕННОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПЕЧИ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ

В.Р. Бауэр, А.С. Аньшаков

**Новосибирский государственный технический университет
anshakov@itp.nsc.ru**

В работе рассматривается конструкция однокамерного плазмотрона со ступенчатыми расширяющимися электродами, определяются вольтамперные характеристики дуги и тепловые потоки в электроде плазмотрона для газификации органических отходов.

Ключевые слова: Органические отходы, синтез газ, электродуговой плазмотрон, ресурс электродов, эксперимент, плазменная технология

В основе плазменного технологического оборудования лежат генераторы низкотемпературной плазмы (плазмотроны). Длительность работы плазмотрона в любом технологическом процессе является важнейшим параметром. Под действием высокоэнергетических потоков в опорных пятнах дугового разряда материал электрода (например, медь) расплавляется, испаряется, окисляется и уносится потоком газа.

Основная задача, которую необходимо решать при разработке плазмотрона - это обеспечение длительности работы электродов и исследование его энергетических характеристик. К числу простых и надежных конструктивных схем плазмотронов струйного типа относится однокамерная [1].

На модельном электродуговом плазмотроне мощностью 50 кВт проведены исследования вольт-амперной характеристики дуги и тепловых потоков в стенке разрядной камеры однокамерного плазмотрона со ступенчато-расширяющимися электродами (рисунок 1).

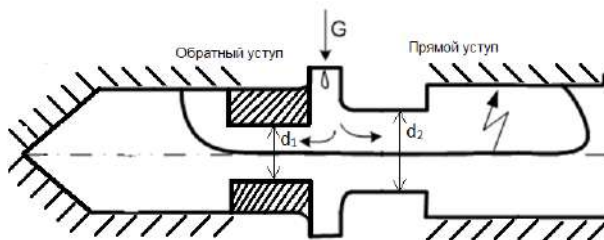


Рисунок 1 - Однокамерный плазмотрон со ступенчато-расширяющимися электродами

Особенностью конструкции плазмотрона является применение медных водоохлаждаемых ступенчатых электродов с целью сокращения длины дуги за уступами для обеспечения устойчивого её горения от имеющихся источников питания. Полярность подключения электродов к источнику - обратная.

Плазмообразующим газом является воздух, стабилизация дугового разряда на оси разрядной камеры осуществляется с помощью тангенциального ввода его в разрядную камеру (кольцо закрутки). Измерение расхода воздуха производилось ротаметром РС-7 и образцовым манометром.

При расходе воздуха 3-6 г/с вольт-амперная характеристика дуги имеет падающий характер (рисунок 2), что будет определять параметры источника питания и электрической печи.

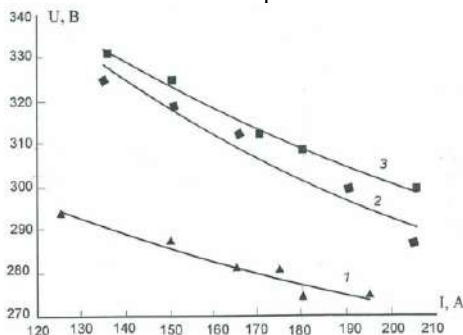


Рисунок 2 - Вольт-амперные характеристики дуги при различных расходах плазмообразующего газа (воздух).

1 - $3 \cdot 10^{-3}$ кг/с, 2 - $5 \cdot 10^{-3}$ кг/с, 3 - $6 \cdot 10^{-3}$ кг/с

Энергетические характеристики используются для определения мощности плазмотрона и его КПД.

Результаты модельного исследования необходимы для разработки промышленного плазмотрона.

Список литературы

1. Чердниченко В. С. Плазменные электротехнологические установки : [учебник для вузов по специальности 140605 «Электротехнологические установки и системы», направления подготовки 140600 «Электротехника, электромеханика и электротехнологии»] / В. С. Чердниченко, А. С. Аньшаков, М. Г. Кузьмин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2011. – 602 с.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ВНУТРЕННИХ ИСТОЧНИКОВ В НАГРЕВАЕМОМ ТЕЛЕ ПРИ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЗАКАЛКЕ

В.Н. Быковский, А.И.Алифёров

**Новосибирский государственный технический университет
alif@ngs.ru**

В работе проведено исследование распределения мощности внутренних источников в плоском нагреваемом теле в зависимости от конструктивных параметров – зазора между ним и индуктором, наличия или отсутствия магнитопровода и частоты тока. Приведены результаты численного моделирования в программном пакете ANSYS и выполнен их анализ.

Ключевые слова: ANSYS, поверхностная закалка, непрерывно-последовательный способ, водоохлаждаемый индуктор, магнитопровод, граничные условия, плоская поверхность.

При прохождении переменного электрического тока высокой частоты по медному индуктору вокруг последнего образуется магнитное поле, которое проникает в металлическую заготовку, находящуюся под индуктором, и индуцирует в ней вихревые токи Фуко. Эти токи и вызывают нагрев металла.

Для реализации поверхностной закалки плоской поверхности непрерывно-последовательным способом обычно применяются стержневые индуктора прямоугольного поперечного сечения с Ш-образным магнитопроводом или в виде плоской петли, также, снабженной магнитопроводом или без магнитопровода, когда геометрические размеры системы «индуктор - заготовка» малы и магнитопровод разместить невозможно [1, 2].

Численное моделирование электромагнитных процессов в программном пакете ANSYS сделано в двумерной постановке.

Объектом исследования выбрана система «индуктор-заготовка», выполненная по второму варианту с Ш - образным магнитопроводом.

Индуктор выполнен из медной трубки прямоугольного сечения 10×10 мм и толщиной стенки 1 мм. В процессе исследования изменялся зазор между индуктором и заготовкой от 1 мм до 5 мм. Заготовка представляет собой прямоугольную пластину длиной 77 мм и толщиной 6 мм, изготовленную из нержавеющей стали с магнитной проницаемостью равной 1 и удельным электрическим сопротивлением $1,197 \cdot 10^{-6}$ Ом·м. Магнитопровод изготовлен из материала Fluxtrol с магнитной проницаемостью 55 и удельным электрическим сопротивлением 100 Ом·м.

Получены зависимости мощности внутренних источников в заготовке от частоты тока индуктора, величины зазора между заготовкой и индуктором, наличия или отсутствия магнитопровода.

Установлено существенное влияние этих параметров на распределение мощности в заготовке. С ростом частоты тока мощность увеличивается вследствие уменьшения глубины проникновения электромагнитной волны в заготовке, а с ростом зазора между заготовкой и индуктором при одинаковой частоте тока мощность уменьшается вследствие уменьшения величины напряженности магнитного поля у поверхности заготовки.

При увеличении зазора между индуктором и заготовкой при наличии магнитопровода, мощность внутренних источников по толщине заготовки в пространстве между прямой и обратной ветвями индуктора увеличивается, а без магнитопровода уменьшается.

При увеличении зазора между индуктором и заготовкой мощность внутренних источников тепла под центром прямой ветви индуктора, снижается, как при наличии магнитопровода, так и при его отсутствии.

Применение магнитопровода приводит к концентрации магнитного поля у поверхности заготовки, росту напряженности магнитного поля на ее поверхности и повышению удельной и интегральной мощности, выделяемой в нагреваемой заготовке вследствие уменьшения рассеивания электромагнитного поля, формируемого переменным током, протекающим по индуктору.

Список литературы

1. Слухоцкий А.Е. Индукторы / Под ред. А.Н. Шамова – 5-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989. – 69 с.
2. Демичев А.Д. Поверхностная закалка индукционным способом. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. – 80 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ВАКУУМНОЙ ШАХТНОЙ ЭЛЕКТРОПЕЧИ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Е.П. Васильева, А.И. Алиферов
Новосибирский государственный технический университет,
alif@ngs.ru

Доклад посвящен исследованию влияния различных геометрических и теплофизических параметров дополнительной тепловой изоляции на энергетические показатели вакуумной шахтной печи сопротивления для получения оптимальных размеров теплоизоляции.

Ключевые слова: Вакуумная печь сопротивления, комбинированная теплоизоляция, мощность тепловых потерь.

Вакуумная шахтная печь сопротивления (ВПС) является экологически безопасным оборудованием и предназначена для проведения различных термических процессов (пайки, отжига, дегазации, спекания и т.п.) в вакууме при температуре до 2500°C.

В высокотемпературных электропечах с высоким вакуумом вместо футеровки, чаще всего, используется система экранов металлических, керамических или графитовых, снижающих тепловые потери печи, снижающих тепловые потери печи. В качестве материалов, используемых в «горячей» зоне, применены молибден и вольфрам. Для уменьшения тепловых потерь через экранную теплоизоляцию, а также для использования более дешевых материалов экранов, используют комбинированную теплоизоляцию (КТ). Такая система представляет собой чередование слоев огнеупорного или теплоизоляционного материала (засыпка или футеровка) расположенного в «горячей» зоне, теплопередача в которых осуществляется теплопроводностью, и пакетов «тонких» экранов с теплопередачей излучением.

При выборе конструкции ВПС с КТ необходимо учесть серьезную проблему влияния критического диаметра тепловой изоляции на величину тепловых потерь установки.

В данной работе рассмотрена модель ВПС с КТ, включающая в себя нагреватель, водоохлаждаемый кожух, пакет металлических экранов, состоящих из 6 молибденовых экранов толщиной 0,3 мм и неметаллическую засыпку.

При этом был сделан ряд допущений:

- температура вдоль поверхности печи однородна;

- среда для излучения в вакуумной печи прозрачна, исключение составляет неметаллическая засыпка, в которой теплопередача осуществляется теплопроводностью;

- коэффициенты теплопроводности водоохлаждаемого кожуха, засыпки и нагревателя, выполненных из нержавеющей стали, диоксида циркония и молибдена, соответственно, является постоянным;

- экраны в рассматриваемой печи являются термически тонкими телами, то есть температура на поверхностях одного экрана постоянна;

- в исследовании пренебрегаем усадкой неметаллической засыпки;

- излучения по направлению являются полусферическими;

- в верхней и нижней части металлического кольцевого короба тепловое короткое замыкание не учитывается;

- отражение от стенок является диффузным, т.е. отражение светового потока от нагревателя происходит под несколькими углами, а не под одним, как в случае с зеркальным отражением.

На тепловой модели ВПС с КТ, реализованной в программе Mathcad, проведено исследование теплового потока в зависимости от материала и толщины теплоизоляции, максимальной мощности в зависимости от диаметра нагревателя и толщины изоляции, критического диаметра в зависимости от толщины изоляции.

Также были получены зависимости максимальной мощности в функции диаметра нагревателя и толщины изоляции при различных коэффициентах теплопроводности. Был рассчитан критический диаметр и получены зависимости критического диаметра от толщины изоляции для различных коэффициентов теплопроводности.

Анализ полученных данных, позволил сделать следующие выводы:

- с увеличением толщины теплоизоляции, тепловой поток увеличивается. При достижении определенного значения толщины тепловой изоляции происходит уменьшение тепловых потерь. Точки максимума на графике тепловых потерь соответствуют значению критического диаметра материала футеровки. Это значит, что толщина футеровки должна быть выбрана с учетом условия $d_{кр} \leq d_{ф}$;

- с увеличением коэффициента теплопроводности материала теплоизоляции, значения максимумов мощности увеличиваются с ростом диаметра нагревателя;

- чем меньше коэффициент теплопроводности материала теплоизоляции, тем меньшую толщину изоляции необходимо использовать для уменьшения тепловых потерь.

Полученные результаты позволят повысить эффективность и снизить стоимость тепловой изоляции ВПС.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕЧНОЙ ДЕГАЗАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РАСПЛАВ

Э.Р. Винтер, М.В. Первухин
ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет,
mpervukhin@sfu-kras.ru

В работе проводится исследование печной дегазации с применением магнитогидродинамического воздействия на расплав. С помощью математического моделирования получены характеристики электромагнитного поля в системе «индуктор МГДП-расплав» и определены основные параметры течения расплава под воздействием бегущего электромагнитного поля.

Ключевые слова: Печная дегазация, МГД-перемешивание, математическое моделирование

Эффективность электромагнитного воздействия на расплав алюминия в процессе плавления, приготовления и литья, с целью улучшения его характеристик была неоднократно подтверждена различными исследованиями и разработками [1]. Распространённой технологией в современной металлургической промышленности является МГД-перемешивание в печи-миксере.

Исходя из описанных преимуществ воздействия на расплав электромагнитным полем и успешного опыта эксплуатации устройств электромагнитного перемешивания, большой интерес представляет исследование процесса печной дегазации с воздействием на расплав МГД-перемешивания во время обработки.

Для исследования физических процессов была построена математическая модель, которая позволяет рассчитывать характеристики электромагнитного поля и параметры течения. На рисунке 1 показана расчетная область с учетом принятых допущений. Система содержит 4 области: магнитопровод (№2), на зубцы которого намотана двухфазная обмотка (№2), на расстоянии воздушного зазора от индуктора находится расплав (№3) и вокруг всех областей расположен воздух (№4).

В результате решения электромагнитной задачи были получены характеристики электромагнитного поля. На рисунке 2 приведен график зависимости электромагнитной силы от частоты.

В результате решения гидродинамической задачи были определены режимы течения для различных параметров системы «индуктор

МГДП-расплав».

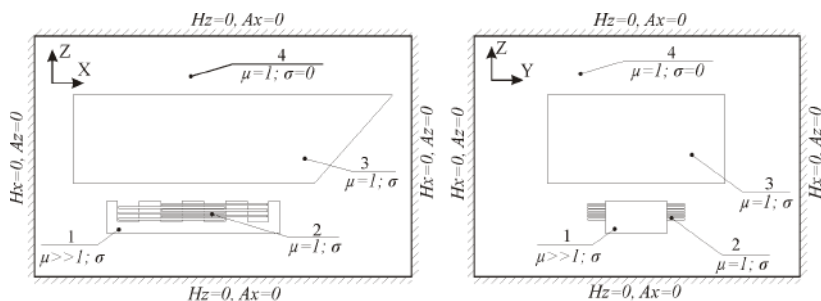


Рисунок 1 – Эскиз расчетной области

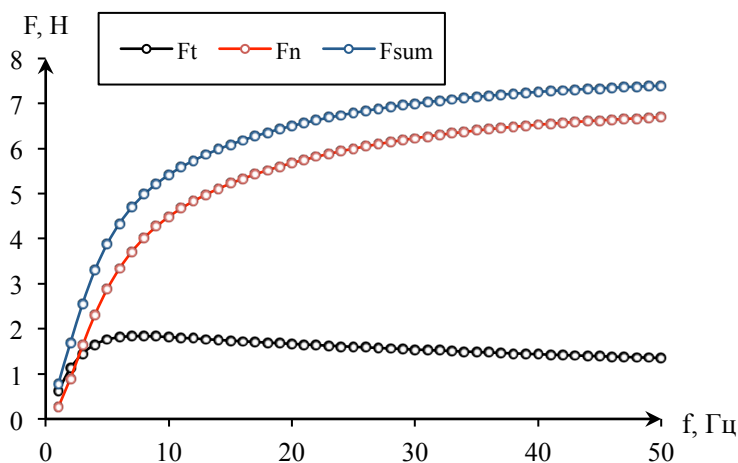


Рисунок 2 – Зависимость тангенциальной, нормальной и суммарной электромагнитных сил от частоты

Список литературы

1. Baake E., Barglik J., Jakivics A., Khatsayuk M., Lupi S., Nikanorov A., Pavlov E., Pervukhin M., Tomofeev S., Timofeev V. MHD technologies in metallurgy. Intensive Course. Specific IV. St. Petersburg, Publishing house of ETU, 2013, 250 p

ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕРНИЗАЦИЯ КОРОТКОЙ СЕТИ РУДНОТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕЧИ МОЩНОСТЬЮ 16,5 МВА

А.Д. Евстратова, Л.П. Горева

Новосибирский государственный технический университет,
goreva@corp.nstu.ru

Проведено исследование и моделирование альтернативного способа перешихтовки прямоугольных шин в жестком токоподводе руднотермической печи для достижения симметрии короткой сети. В исследовании использована двухмерная модель шихтованного пакета в программном обеспечении ANSYS.

Ключевые слова: Руднотермическая печь, короткая сеть, шихтованный пакет

Руднотермические печи (РТП) являются основным агрегатом для расплавления руд, в том числе для получения ферросплавов, необходимых в черной металлургии. Электроэнергия в рабочее пространство РТП передается по вторичному токоподводу (Рисунок 1), называемому также короткой сетью, рациональное проектирование которого обеспечивает эффективность использования электроэнергии. Основными условиями, которым должна удовлетворять короткая сеть РТП, являются: минимальные активные и индуктивные сопротивления фаз и их симметрия.

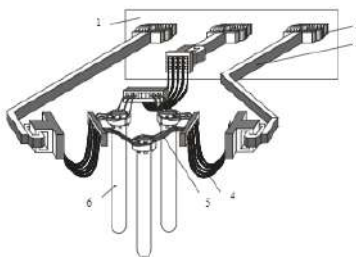


Рисунок 1 - Эскиз вторичного токоподвода трехэлектродной руднотермической печи: 1 –печной трансформатор; 2 – компенсаторы; 3 – шинопакет; 4 – гибкий токоподвод; 5 –трубки электрододержателя; 6 – электрод.

Наиболее распространенной для круглых трехэлектродных печей является схема вторичного токоподвода «треугольник на электродах»,

так как она позволяет максимально бифилировать токоподвод для уменьшения его индуктивного сопротивления.

Современные мощные руднотермические печи в конструкции вторичного токоподвода имеют жесткий неподвижный участок (Рисунок 1, поз. 3), выполняемый в виде пакета прямоугольных шин или водоохлаждаемых трубошин. Именно на этом участке формируется асимметрия токоподвода за счет разности длин шинопакетов крайних и средней фаз. Следовательно, актуальна задача проектирования шинопакетов с рациональными параметрами.

В РТП небольшой мощности, с рабочими токами до 30-40 кА применяются шины прямоугольного сечения с естественным охлаждением.

В бифилярном пакете общее число шин соответствует числу выводов вторичной стороны печного трансформатора и не превышает 16 на фазу. Размеры поперечного сечения медных шин обычно не превышает 400×12 мм.

Применяемые на практике варианты перешихтовки прямоугольных шин не всегда обеспечивают нужное индуктивное сопротивление на средней фазе, поэтому в данной работе рассматривается альтернативный вариант расположения проводников в жестком токоподводе на рисунке 2.

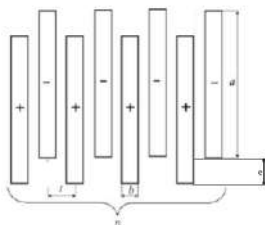


Рисунок 2 - Перешихтовка шинопакетов из прямоугольных шин со смещением по высоте

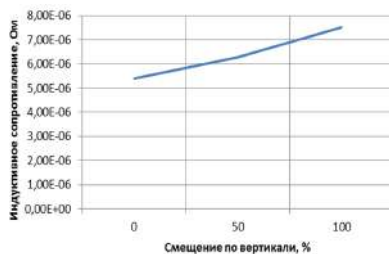


Рисунок 3 - Изменение индуктивного сопротивления шинопакета от процента смещения по попертикали

Был рассмотрен данный способ перешихтовки в программном обеспечении ANSYS для прямоугольных шин размером 300×12 мм с количеством 8 на полуфазу при трех вариантах смещения. Результат представлен на рисунке 3. Видно, что параметром s можно управлять индуктивностью шихтованного пакета, тем самым симметризовать фазы короткой сети.

УЛУЧШЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПРИЖИМНОГО КОЛЬЦА РУДНОТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕЧИ

В.В. Золотарев, А. И. Алиферов

Новосибирский государственный технический университет,
alif@ngs.ru

Данный доклад посвящен модернизации, усовершенствованию конструкции прижимного кольца электрода руднотермической печи при помощи моделирования и последующего определения оптимального материала и размеров прижимного кольца, что позволит уменьшить влияние свища на прижимное кольцо и улучшить технико-экономические показатели руднотермической печи, а также увеличить время безостановочного технологического процесса.

Ключевые слова: Руднотермическая печь, прижимное кольцо, свищ.

Руднотермические печи (РТП) применяются в металлургии черных металлов и других отраслях для получения ферросплавов – сплавов железа с кремнием, марганцем, хромом, вольфрамом и др.

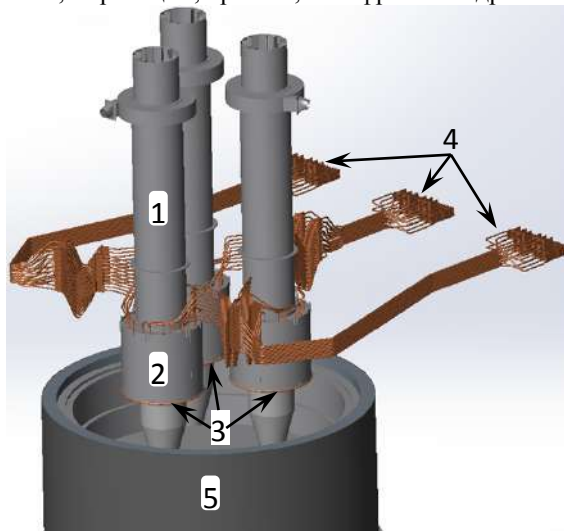


Рисунок 1 - Руднотермическая печь: 1 – самоспекающиеся электроды, 2 – тепловые экраны, 3 – прижимные кольца, 4 – токоподвод, 5 – стенка ванны печи

Нагрев перерабатываемых материалов производится за счет теплоты, возникающей при протекании тока по электродам, электрической дуге и расплавляемому материалу. Дуга горит под слоем электропроводной шихты, теплота выделяется в дуговом разряде и при прохождении тока через шихту.

В РТП применяются самоспекающиеся электроды. Самоспекающиеся электроды представляют собой круглый или прямоугольный кожух из стали толщиной 1,5–5 мм, заполняемый сверху пастообразной электродной массой. При входе в печь под действием теплоты, выделяемой за счет джоулева тепла при протекании тока по электроду и выделенного в печи, электродная масса спекается. По мере сгорания кожух электрода наращивается и заполняется массой, что обеспечивает непрерывную работу печи. Контактные щёки служат для подвода тока к электроду. Система гидроприжима контактных щёк обеспечивает поддержание усилия прижима щёки к электроду. Для охлаждения применяют умягченную техническую воду [1].

Над колошником РТП кольца гидроприжима щёк и тепловые экраны всегда находятся в крайне напряженных тепловых условиях. Одной из проблем РТП является свищ. Свищ это высокотемпературный концентрированный поток газа, вырывающийся из шихты, который возникает при неоптимальной технологии проведения плавки и обслуживанием печи. При образовании свища поток высокотемпературного газа высвобождается вверх и попадает на кольца гидроприжима и тем самым может выводить их из строя. Выход из строя колец гидроприжима приводит к остановке печи и технологического процесса.

Для исследования выбрана РКО-27 и метод численного моделирования с использованием ПО ANSYS. В ней решается трехмерная тепловая задача. В работе проведены исследования по нахождению оптимальной конструкции прижимного кольца путём выбора металла и его размеров [2].

Полученные результаты позволяют проектировать прижимные кольца с увеличенным сроком эксплуатации, что позволит увеличить годовой фонд времени работы печи, а следовательно и её годовую производительность.

Список литературы

1. В.С. Чередниченко, А.И. Алиферов, Электротехнологические установки и системы. Теплопередача в электротехнологии.

Упражнения и задачи: учеб. Пособие для вузов, Новосибирск: НГТУ, 2011.

2. В.А. Елизаров, Разработка тепловой модели рудно-термической печи с закрытой дугой», Электromеталлургия, № 10, 2010.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЛАВИЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ НА ИНДУКТИВНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ЕЁ ВТОРИЧНОГО ТОКОПОДВОДА

С.П. Зуев, Л.П. Горева

**Новосибирский государственный технический университет,
goreva@corp.nstu.ru**

В ходе работы рассчитывалось индуктивное сопротивление дуговых сталеплавильных печи (ДСП) разной емкости. Выявленная связь конструктивного исполнения дуговой сталеплавильной печи с индуктивным сопротивлением её вторичного токоподвода позволяет разрабатывать печи с оптимальным индуктивным сопротивлением.

Ключевые слова: Дуговая сталеплавильная печь, вторичный токоподвод, индуктивное сопротивление, плавильное пространство

Активное и индуктивное сопротивления существенно влияют на эффективность работы ДСП. Они влияют на характер горения дуги, на передачу энергии от трансформатора к металлу, определяют степень рассеяния электромагнитной энергии при протекании тока по токоподводу. Сопротивления печной установки вместе с другими параметрами являются основой для построения электрических и рабочих характеристик. Поэтому задача определения этих сопротивлений имеет большое значение на этапе проектирования и для дальнейшей эксплуатации печей.

При определении геометрии рабочего пространства ДСП выбирают форму и соотношение глубины H_b и диаметра ванны металла D_b , высоту положения свода над жидким металлом, диаметр распада электродов $D_{pз}$, и диаметр электрода $D_э$, высоту K и диаметр плавильного пространства D_1 . Эскиз рабочего пространства изображен на рисунке 1.

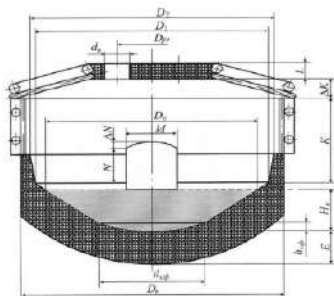


Рисунок 1 - Эскиз плавильного пространства ДСП

Указанные геометрические параметры ванны влияют на индуктивное сопротивление: при увеличении диаметра плавильного пространства D_1 , увеличивается длина жесткой подвижной части токоподвода; при увеличении глубины ванны H_v и высоты плавильного пространства K – увеличивается длина электродов, а вследствие, и индуктивное сопротивление на данном участке, Уменьшение диаметра распада электрода D_{p3} приводит к уменьшению индуктивного сопротивления.

Расчет индуктивного сопротивления вторичных токоподводов печей и анализ полученных результатов позволяет выявить связь конструктивного исполнения дуговой сталеплавильной печи с индуктивным сопротивлением её вторичного токоподвода.

Для решения поставленной задачи необходимы размеры участков вторичного токоподвода и плавильного пространства электропечей. Для расчета подобраны 100-тонные печи различного исполнения ДСП100И6, ДСП100И7, ДСП100И8, ДСП100Н10, ДСП100УМЗ, и печи емкостью 50 тонн ДСП50Н2-УУ, ДСП50.

Расчет индуктивного сопротивления проведен методом участков с использованием программного комплекса Korotset. При расчете методом участков, короткая сеть разбивается на ряд последовательных участков. Как правило, это: выводы источника питания, шинный пакет или трубошины, кабельная гирлянда, трубошины и электрод. Сопротивление каждого проводника, входящего в систему проводников, рассчитывается как сумма индуктивного сопротивления, вызванного собственным магнитным полем проводника и сопротивлений, обусловленных магнитными потоками соседних проводников.

По результатам расчета сделаны следующие выводы:

На участке кабельной гирлянды на индуктивное сопротивление оказывает влияние схема слива металла, определяющая величину угла наклона для слива металла и длину кабельной гирлянды.

На участке электродов на индуктивное сопротивление оказывает влияние высота плавильного пространства, определяющая величину длины рабочей части электродов и диаметр распада, определяющий расстояние между электродами.

На участке трубошин/токоведущих рукавов на индуктивное сопротивление оказывает влияние конструкция жесткой токоподвижной части, и в меньшей степени диаметр ванны, определяющий её длину.

С использованием множественного регрессионного анализа по результатам расчетов сопротивлений электропечей была получены зависимость индуктивного сопротивления от параметров ванны и емкости печи, которая может быть использованы при проектировании печей.

ОПТИМИЗАЦИЯ ФУТЕРОВКИ РУДНОТЕРПИЧЕСКОЙ ПЕЧИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАСПЛАВА БАЗАЛЬТА

В.Д. Кочкин, А.И. Алиферов

**Новосибирский государственный технический университет,
alif@ngs.ru**

Доклад посвящен оптимизации футеровки руднотермической печи для получения расплава базальта с целью организации на поверхности футеровки слоя гарнисажа при помощи моделирования и последующего определения оптимальных условий, таких, как толщина слоя футеровки и коэффициент теплоотдачи с поверхности футеровки, для образования слоя гарнисажа, который позволяет увеличить срок службы футеровки и улучшить качество получаемого расплава.

Ключевые слова: Гарнисаж, базальт, рудно-термическая печь.

По техническим и технологическим показателям среди плавильных установок базальтовых пород можно выделить рудно-термические печи (РТП) для плавки базальта. Данные установки отличаются от РТП для получения расплава металлов. Процесс плавки базальта является бездуговым, то есть электрод имеет непосредственный контакт с шихтой, а нагрев происходит путем прохождения тока через

шихту, то есть нагрев сопротивлением. За счет данных особенностей нагрева температурное поле равномерно распределяется по расплаву, а из-за наличия больших фазных токов происходит интенсивное перемешивание расплава, что приводит к его гомогенизации [1, 2].

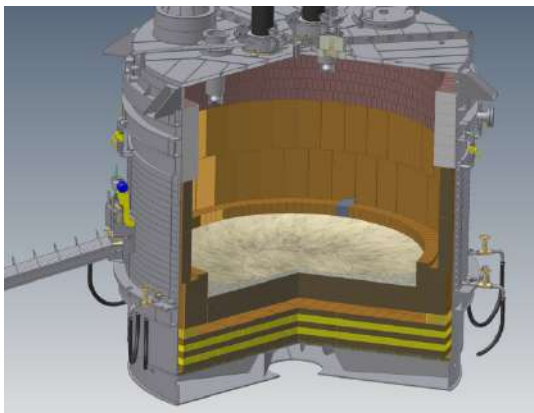


Рисунок 1 - Ванна руднотермической печи.

Так же РТП позволяет получить высокую температуру расплава, что повышает его однородность и улучшает физические свойства получаемых базальтовых волокон:

Внешняя часть ванны состоит из водоохлаждаемых панелей. Данная конструкция позволяет интенсивно охлаждать поверхность футеровки, а так же организовать слой застывшего расплава - гарнисажа. Гарнисаж обеспечивает защиту футеровки от расплава базальтовых пород больших температур и уменьшает ее износ. Контакт футеровки с расплавом приводит к её разрушению и попаданию её частиц в расплав. Это меняет химический состав расплава, а также влияет на физические свойства базальтовых волокон. Футеровка данных установок обычно делается стенowymi блоками из хромкорундовых огнеупоров, присоединенных к кожуху набивной массой. Но сам по себе хромкорундовый огнеупор быстро изнашивается при контакте с минеральным расплавом и имеет место быть только под слоем гарнисажа. Так же существует набивная футеровка. Но она так же имеет плохую стойкость к теплосменам, и плохую стойкость к расплаву без гарнисажа. Футеровка на основе магнезитового кирпича так же быстро выходит из строя без слоя гарнисажа [3].

Решение данной задачи будет производиться в системе программного обеспечения ANSYS. В ней будет решаться двумерная задача. Задаваясь физическими свойствами материала расплава, футеровки, а так же краевыми условиями, будет получена оптимальная конструкция футеровки для организации слоя гарнисажа.

Список литературы:

1. Основы производства базальтовых волокон и изделий / Джигрис Д.Д., Махова М.Ф. –М.: Теплоэнергетик.2002.-416с.-(каменный век)
2. В.С. Чередниченко и А.И. Алиферов, Электротехнологические установки и системы. Теплопередача в электротехнологии. Упражнения и задачи: учеб. Пособие для вузов, Новосибирск: НГТУ, 2011.
3. Алиферов А.И., Лупи С., Дуговые электропечи: учебное пособие для вузов, Новосибирск: НГТУ, 2016.

РАЦИОНАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ПЕЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА И СВЕРХМОЩНОЙ ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ ДСП-40Н1

Д.Р. Куприянов, Р.А.Бикеев

**Новосибирский государственный технический университет,
bikeev@corp.nstu.ru**

В ходе работы определялись рациональные электрические режимы работы сверхмощной дуговой сталеплавильной печи ДСП-40Н1 при работе от штатного трансформаторного агрегата ЭТЦНКД-80000/35-УХЛ4, а также определялась целесообразность согласования вторичного токоподвода ДСП-40Н1 с характеристиками трансформаторного агрегата. Результаты исследования показали ненужность согласования электропечного трансформатора с вторичным токоподводом, поскольку номинальные данные трансформатора позволяют работать электропечи с лучшими энергетическими показателями.

Ключевые слова: Сверхмощная дуговая сталеплавильная печь, ДСП, рациональные режимы эксплуатации, трансформатор.

Под рациональными электрическими режимами работы дуговой сталеплавильной печи (ДСП) следует считать работу электропечи при фазных токах, находящихся в диапазоне от тока, соответствующего

минимальному расходу электроэнергии, до тока, определяющего максимальную производительность, что соответствует максимальной электрической мощности дуговых разрядов.

Для того чтобы проанализировать работу дуговой сталеплавильной печи и определить рациональные режимы эксплуатации применяемого электрооборудования были рассчитаны активные и индуктивные сопротивления короткой сети. Затем, используя полученные данные, были рассчитаны электрические и рабочие характеристики на всех ступенях напряжения трансформаторного агрегата и встроенного в него реактора [1].

В результате было выяснено, что используемый трансформатор не согласован с печью на всех ступенях электропечного трансформатора и встроенного в него реактора. Это означает, что данный трансформаторный агрегат не может обеспечить ни режим минимального расхода электроэнергии, ни режим максимальной производительности.

Для устранения такой картины, необходимо обеспечить согласование электропечного трансформатора с вторичным токоподводом ДСП. Для этого были разработаны требования к выполнению в данном трансформаторном агрегате дополнительной 6 ступени реактора, которая имела бы требуемые нам реактивные сопротивления (U_k , %) реактора, которые позволили бы работать данному трансформатору в номинальном токе, соответствующему максимуму активной мощности дугового разряда всех ступенях трансформаторного агрегата.

По полученным электрическим характеристикам видно, что при номинальном токе в согласованном режиме мощность, выделяемая в рабочем пространстве, меньше мощности в несогласованном режиме.

Анализ произведенных расчетов показал, что на каждой ступени электропечного трансформатора производительность печи несогласованной выше, чем производительность печи, работающей в согласованном режиме. При этом расход электроэнергии печи, работающей в несогласованном режиме на номинальном токе трансформаторного агрегата близок к минимальному расходу электроэнергии электропечи, которая работала бы в согласованном режиме. Отсюда можно сделать вывод, что данный агрегат ДСП-40Н1 не требует согласования, которое на первый взгляд было необходимо согласно электрическим характеристикам.

Как показывает расчет, согласование работы электропечного трансформатора с вторичным токоподводом не всегда могут приводить к положительным результатам. Также стоит отметить, что к

определению рациональных режимов эксплуатации электропечи и к выбору электропечного трансформатора нужно подходить очень ответственно.

Список литературы

1. Электрические промышленные печи: дуговые печи и установки специального нагрева / Свенчанский А.Д., Жердев И.Т., Кручинин А.М. и др.; учеб. для студ. высш. учеб. заведений / под общ. ред. А.Д. Свенчанского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоиздат, 1981. – 296 с.

РАЗРАБОТКА ДИЗАЙНА УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ А.В. КИНШТ «ЭКОЛОГИЯ ДЛЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЕЙ, АРХИТЕКТОРОВ И ДИЗАЙНЕРОВ»

И.С. Подлесная, В.Н. Курилов

**Новосибирский государственный университет архитектуры,
дизайна и искусств, marvolocry@gmail.com**

Статья посвящена проблемам создания нового учебника по предмету Экология, который бы отвечал современным требованиям по содержанию информации и дизайну.

Ключевые слова: Экология, учебник, дизайн.

В наше время активного развития научно-технического прогресса, интенсивного воздействия на природную окружающую среду и ее преобразования, чрезвычайно важным является понимание принципов (законов, правил) взаимодействия человек - окружающая среда, поэтому наука экология приобретает особенную важность. Постоянно увеличивая воздействие на окружающую среду, мы сталкиваемся с нарушением стабильности окружающей среды и усилением ее деградации. Проблема сохранения окружающей, в том числе природной, среды становится уже проблемой сохранения человеческого общества.

Экология уже давно вышла за рамки только биологии и стала уникальной наукой, которая представляет собой синтез множества разнообразных дисциплин, исследующих сложные проблемы взаимодействия человека с окружающим миром. Человек создает вокруг себя особую среду обитания, включающую как природную, так и антропогенную составляющие, которые должны быть гармоничны между собой, поэтому экологизация является необходимым условием

всей человеческой деятельности. Для этого требуется повышение уровня экологической культуры и экологического образования специалистов, связанных с процессом изменения окружающей среды.

Знания экологии необходимы градостроителям, архитекторам, и дизайнерам, главной задачей которых является преобразование окружающей среды в комфортную среду для проживания человека и удобства индустриального производства. Это вносит изменения в естественный природный ландшафт, и такие изменения должны осуществляться в рамках существующих природных законов. Узкая специализация многих специалистов, преобразующих окружающую среду, отсутствие экологического мышления приводит к отрицательным результатам. Поэтому градостроителям, архитекторам и дизайнерам требуются фундаментальные знания по экологии как основа для решения прикладных вопросов.

Как инструмент обучения, учебник способствует прочному усвоению знаний по предмету, их систематизации и использованию в дальнейшей профессиональной деятельности. Учебник по экологии служит основным источником получения и усвоения научной информации студентами, стимулирует творческое мышление, формирует научный подход к решению проблем экологии.

Существует большое разнообразие учебных пособий по предмету экология. Главная проблема этих изданий заключается в отсутствии собственно теории экологии, фундаментальных ее основ. Рассматриваются, в основном, примеры в значительной степени негативного характера. Не достаточно глубоко рассматриваются причины различных последствий деятельности человека, не учитывающие комплексность экологического (системного) подхода. Отдельные инструкции для решения частных вопросов не решают проблемы в целом. Необходимость теории становится очевидна. Специализированные профильные учебники для градостроителей, архитекторов и дизайнеров, которые имеют название "Экология" разбирают только фактические примеры.

Оставляет желать лучшего так же и дизайн большинства учебников - формальный, не вызывающий у студентов интереса и желания прочесть книгу. Структура учебных пособий плохо организована, студенты не могут получить информацию быстро и ясно, а это очень важно в условиях ограниченного времени и большого потока информации. Из-за этого всего учащиеся все больше и больше обращаются к интернету, где часто информация не достоверна, поэтому грамотное пользование ей требует соответствующей подготовки.

Цель этой работы - разработать современное учебное пособие, которое бы дало основу экологических знаний, показав единство человек – окружающая среда и на примерах продемонстрировав основы рационального природопользования – основы экологизации, оформление которого вызывало бы интерес к прочтению у студентов.

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНОГО ИСПОЛНЕНИЯ ЭЛЕКТРОДОВ НА ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ В ВАННЕ РУДНОТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕЧИ ПРИ ПЛАВКЕ МИНЕРАЛОВ

И.О. Рашупкин, Р.А. Бикеев

**Новосибирский государственный технический университет,
bikeev@corp.nstu.ru**

В работе проведены исследования влияния конструктивного исполнения электродов на температурное поле в ванне руднотермической печи, с учетом различного расположения электродов в печи. В настоящее время наблюдается увеличивающаяся потребность производителей применяющих волокна, прутки, теплоизоляцию из минеральных материалов в различных отраслях промышленности. Производство минеральных материалов целесообразнее осуществлять в руднотермических печах, а их эффективность определяется равномерностью температурного поля в расплаве и источника теплоты в объеме расплава.

Ключевые слова: Исполнение электродов, температурное поле, мощность установки.

Согласно литературным источникам, потребность различных отраслей промышленности в теплоизоляционных строительных материалах постоянно возрастает. На сегодняшний день наибольшее применение находят теплоизоляционные материалы на основе минеральных волокон (базальта) [1]. Экономическая эффективность и надежность работы электропечи во многом зависит как от работоспособности электродов в расплаве, так и от равномерного распределения внутренних источников теплоты в объеме ванны и как следствие равномерности температурного поля. В связи с этим проведены исследования влияния различного конструктивного исполнения электродов на распределение внутренних источников теплоты и температуры по объему ванны. В настоящей работе исследуется температурное поле в руднотермической печи при плавке базальта. Базальт – темная горная порода, состоящая главным образом

из основного плагиоклаза, пироксенов и часто оливина [2]. Для исследования влияния конструктивного исполнения электродов на температурное поле в ванне руднотермической печи, с учетом различного расположения электродов в печи, разработана модель процесса плавления в среде конечного элементного моделирования полей различной природы - ANSYS.

Для исследования выбрана создаваемая трехэлектродная руднотермическая печь с мощностью трансформаторного агрегата 8,1МВА. Данная печь предназначена для плавления базальта.

Для определения мощности установки была решена электромагнитная задача. В качестве изменяемых параметров выступали глубина залегания электродов в базальт от 100 мм до 450 мм и диаметр распада электродов от 950 мм до 2800 мм.

Решение электромагнитной задачи выполнялось при помощи программы Maxwell 3D.

Анализируя полученные данные можно сделать вывод, что при увеличении диаметра распада электродов увеличивается сопротивление и наблюдается возрастание мощности установки, так как изначально в задаче, задается источник тока и при любом изменении сопротивления модель обязуется выдать заданные 17кА на электродах. Также происходит уменьшение мощности установки при большем заглублении электродов в базальт, так как при большем заглублении площадь соприкосновения электродов и базальта растет, а сопротивление базальта падает.

Список литературы

1. А.К. Кычкин, А.С. Анышаков, Э.К. Урбах, И.И. Суздалов Применение плазменно-омического нагрева для переработки базальта. // Вестник ЯГУ, 2007 том 4, 40 с.
2. О.С. Татаринцева, Д.Е. Зимин Особенности плавления горных пород и волокнообразования из расплавов. // Ползуновский вестник №2, 2006, 158 с.

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КЕРАМИЧЕСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

М.А. Семеновых, Н.К. Скрипникова
Томский государственный архитектурно-строительный
университет, nks2003@mail.ru

В данном докладе установлена возможность использования доменного шлама в составе шихты для производства керамического кирпича. Проведены исследования влияния компонентов на готовую продукцию. Получены образцы с различным содержанием отхода в шихте. Исследованы физико-механические показатели образцов. Установлено, что из двухкомпонентных сырьевых смесей возможно получение керамических стеновых материалов с высокими эксплуатационными характеристиками

Ключевые слова: Керамика; отходы; прочность; керамический кирпич.

Керамический кирпич является одним из востребованных материалов на рынке стройиндустрии. Это обусловлено свойствами керамического кирпича, а также его декоративными качествами. Кирпич керамический обладает высокими физико-механическими показателями, высокой долговечностью, хорошей звукоизоляцией и разнообразием цветов и форм.

В настоящее время актуальной проблемой является вовлечение в производство керамических строительных материалов низкосортного сырья. В связи с этим на производстве приходится тратить огромные усилия на подбор составов шихты с целью получения изделий удовлетворительного качества. Это означает затраты как временного, так и материального характера. Чтобы избежать этих затрат можно прибегнуть к частичной замене глинистого сырья на отходы производств, в частности на отходы металлургических комбинатов.

Целью данной работы являлось исследование возможности использования в составе шихты для производства керамической продукции отходов металлургического комбината АО «ЕВРАЗ» г. Новокузнецк.

Испытания на технологические свойства показали, что доменный шлак относится к непластичному сырью, т.к. он не образует пластичного теста при затворении водой. При составлении композиции с глиной в соотношении 1:1 была оценена связующая

способность. Она оценивалась по формовочным свойствам исследуемой смеси величинами полного водосодержания и водозатворяемости. По результатам испытаний доменный шлам в смеси с глиной образует пластичную, однородную массу.

Был произведен рентгенофазовый анализ доменного шлама. Дифрактограмма показала, что для доменного шлама характерно достаточно большое содержание железосодержащих соединений, углерода небольшого количества карбонатов кальция и аморфной стеклофазы. Кроме того, в составе имеются силикатсодержащие соединения, такие как силикаты кальция, гидросиликаты кальция, гидросиликаты железа и кальцит. Данный состав позволяет рекомендовать его в качестве отощительной добавки для получения керамического кирпича.

В ходе испытаний были изготовлены лабораторные образцы с содержанием глины 90-60 мас. %, шлама доменных печей 10-40 мас. %.

Полученные образцы подвергались физико-механическим испытаниям. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические показатели образцов

№	Масс. %			Физико-механические показатели		
	Глина	Шлам	Нанопорошок	Плотность, кг/м ³	Прочность при сжатии, МПа	Водопоглощение, %
1	100	0	0	2100±5	31,5±0,5	16±0,3
2	90	10	0	1950±5	25±0,5	17±0,3
3	60	40	0	1600±5	21±0,5	19±0,3

Из данных, приведенных в таблице, следует, что введение в состав шихты металлургического отхода снижает плотность образцов на 24% и прочность при сжатии на 33%, водопоглощение увеличивается на 3%.

Таким образом, использование отходов металлургического производства в промышленности строительных материалов, в частности доменного шлама, решает не только экологические, но и экономические задачи, поскольку сырье из отходов для производства стеновой керамики в 2–3 раза дешевле, чем природное.

При получении строительных материалов из вторичного сырья экономическая эффективность будет заключаться в предотвращенном экологическом ущербе, а также позволит снизить потребность в

первичных минерально-сырьевых ресурсах, отпадет необходимость в специализированных карьерах по разработке глин, нарушении природных ландшафтов и т.д.

УСТАНОВКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ЖИДКОЙ СЕРДЦЕВИНЫ ЛИТКА

А.В. Фомин, Э.Р. Винтер, В.Н. Тимофеев

Сибирский федеральный университет, viktortim0807@mail.ru

В работе рассмотрена установка, позволяющая улучшить структуру слитка посредством электромагнитного перемешивания, а так же увеличить безопасность для человека и окружающей среды. Представлены и рассмотрены результаты физического и математического моделирования. Доказано, что в жидкой фазе происходит интенсивное перемешивание, что улучшает технические характеристики слитка.

Ключевые слова: Электромагнитное перемешивание, электротехнологии в металлургии, жидкая сердцевина.

Алюминий занимает первое место среди цветных металлов по объему производства и в настоящее время основным требованием, предъявляемым к производству, являются повышение безопасности труда и уменьшение вредных выбросов в атмосферу, для выходной продукции - повышение качества слитков. Качество в основном определяется кристаллическим строением, соответствием химического состава, предъявляемым требованиям. Электромагнитное перемешивание металла в поздней стадии отвердевания оказывает влияние на качество структуры и поверхности слитка, снижая количество брака, тем самым уменьшая количество вредных выбросов в атмосферу.

Эксперименты проводились с тремя типами соединения обмоток, представленными на рисунке 1.

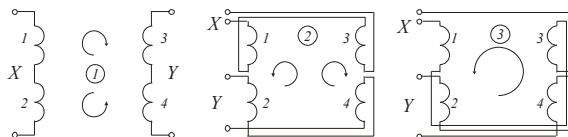


Рисунок 1 — Три варианта соединения катушек под кристаллизатором

Векторные поля скоростей в жидкой фазе слитка представлены на рисунке 2.

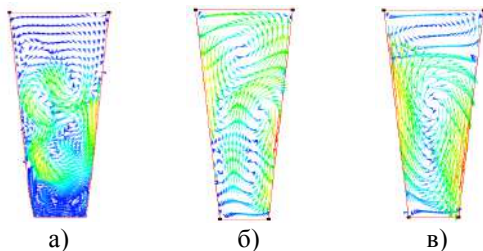


Рисунок 2 – Векторное скоростей в жидкой фазе слитка для варианта включения обмоток трех вариантов включения

Для подтверждения результатов математического моделирования была построена физическая модель перемешивания жидкой сердцевины кристаллизующегося слитка (Рисунок 3).



Рисунок 3 – Физическая модель МГД - перемешивателя жидкой сердцевины

В качестве моделирующего металла использовался эвтектический сплав галлий 67%, индий 15% и 18% свинец.

Эксперименты, проведенные на физической модели, показали соответствие картины скоростей с математическим моделированием

Список литературы

1. Тимофеев В.Н. Электромагнитные вращатели, перемешиватели и дозаторы алюминиевых расплавов : диссертация доктора технических наук : 05.05.03 – Красноярск, 1994. – 413 с.: ил.

РОЛЬ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЙ В УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ БЫТОВОГО И ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

А.С. Чернышев, Т.Б. Радченко

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, radchenko_tb@mail.ru

В процессе жизнедеятельности человечество накапливает разнообразные по структуре и природе всевозможные отходы бытового и промышленного происхождения. В настоящее время существует ряд способов хранения и переработки твёрдых отходов, которые способствуют сохранению окружающей среды и природных ресурсов.

Ключевые слова: Отходы, природные ресурсы, окружающая среда, утилизация, хранение, переработка, промышленные отходы, бытовые отходы, низкотемпературный пиролиз, высокотемпературный пиролиз.

Природные ресурсы (резервы), которые потребляет человечество, можно условно разделить на две части: возобновляемые и не возобновляемые. К сожалению, используемые человечеством технологии ориентированы, в первую очередь, на использование не возобновляемых природных ресурсов - нефть, уголь, руды и т.п. При этом применение этих технологий влечёт за собой нарушения в окружающем мире: уменьшается объём пресной воды, ухудшается плодородие почв и загрязняется атмосфера и т.п. Директории развитых стран начинают все большее внимание уделять вопросам охраны окружающей среды и поощряют создание соответствующих технологий. Прогрессируют методы сжигания мусора.

На сегодняшний день в России также остро встает вопрос разработки и использования новых технологий способных обеспечивать не только потребительские запросы населения, но и гарантировать сохранность природных ресурсов страны, а также минимизировать отрицательное воздействие переработки отходов на окружающую среду.

Анализ способов полного уничтожения или частичной утилизации твёрдых отходов (ТО) показал, что в настоящее время в мире существует ряд способов их переработки: предварительная сортировка, санитарная земляная засыпка, сжигание, биотермическое компостирование, низкотемпературный и высокотемпературный пиролиз. Зарубежный опыт показывает, что рациональная организация

переработки ТБО дает возможность использовать до 90% продуктов утилизации в строительной индустрии, например в качестве заполнителя бетона [1].

Банально, но сжигание самый частый приём, который широко применяется с конца XIX в. Сжигание до сих пор остаётся наиболее распространённым способом первичной обработки бытовых отходов.

Традиционным и самым распространённым способом в России является биотермическое компостирование. Однако это самый неэффективный способ борьбы с ТБО, так как мусорные свалки, занимающие огромные территории часто плодородных земель и характеризующиеся высокой концентрацией углеродсодержащих материалов (полиэтилен, резина и т.д.), часто горят, загрязняя окружающую среду вредными газами. Кроме того, мусорные свалки являются источником загрязнения поверхностных и подземных вод за счет дренажа свалок атмосферными осадками.

Пиролиз в РФ распространён мало из-за стоимости оборудования, импортируемого в страну. При этом высокотемпературный пиролиз является самым перспективным направлением переработки ТБО, по экологической безопасности и по получению вторичных полезных продуктов: синтеза газа, шлака, металлов и др. материалов, которые могут найти широкое применение в народном хозяйстве [2].

В АлтГТУ разработана установка на основе высокотемпературного пиролиза по переработки производительностью до 1000 кг ТБО в сутки: дешевле зарубежных аналогов, обеспечивает высокую чистоту выброса, получение порядка 2 - 2,5 МВт мощности и полезные и экологически чистые вторичные промышленные продукты.

Список литературы

1. Журнал "Судьбы вывоза мусора у них и у нас" М.: Издательский дом МЭИ, 2007 г. "Итоги" №18, 1999.
2. Бернадинер М. Н., Шурыгин А. П. Огневая переработка и обезвреживание промышленных отходов. — М.: Химия, 1990. — 304 с.

ПЛАЗМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ

Р.Н. Эркинов, Г.Г. Волокитин

Томский государственный архитектурно-строительный
университет, vgg-tomsk@mail.ru

Выполнено экспериментальное исследование термической обработки поверхности древесины хвойных пород потоком низкотемпературной плазмы. Установлено, что в результате такой обработки происходит высокотемпературная диссоциация древесины с модификацией ее поверхности, формирующая тонкий многофункциональный слой пленки. При этом снижается водопроницаемость древесины за счет закупорки микрокапилляров продуктами термообработки. Установлены оптимальные скоростные и мощностные характеристики термообработки.

Ключевые слова: Низкотемпературная плазма, древесина хвойных пород, высокотемпературная диссоциация древесины, водопроницаемость.

Древесина обладает рядом недостатков, таких, как изменение объема под действием влаги, образование грибковых заболеваний, она обладает в условиях повышенной влажности водопроницаемостью. Выше названные недостатки определили задачи проведения исследований по обработке поверхностей строительных древесных изделий (брусья, доски, рейки) с использованием энергии низкотемпературной плазмы. Настоящее время коллективом кафедры “Прикладная механика и материаловедения” ТГАСУ разработана установка по обработке древесных изделий низкотемпературной плазмы и проведен комплекс исследований свойств полученных защитно-декоративных покрытий.

Эксперименты проводились на плазменной установке, которая состоит из источника питания, конвейера, системы водоохлаждения, газоснабжения и пульта управления. Образцы устанавливались в два ряда с зазором 5 мм и обрабатывались плазмой на разных мощностях. В качестве объекта исследования была взята хвойная порода древесины - сосна Томской области. Поверхность образца обладала большой шероховатостью, полученной в результате распила, наблюдалось большое количество ворсинок. Размеры образцов составляют: 100×20×1500 мм.

После обработки плазмой поверхность всех образцов имела отполированный вид, отсутствовали ворсинки, и четко проявлялась

текстура древесного изделия. На основе экспериментальных исследований установлены оптимальные рабочие режимы и теплофизические параметры плазматрона: удельный тепловой поток $1,8-2,6 \cdot 10^6$ Вт/м²; скорость обработки 5,2 м/мин; мощность плазматрона 20...30 кВт.

После обработки древесины (сосна) проводились исследования на определение водопроницаемости путем сравнения до и после обработки.

Водопроницаемость – это свойство древесины пропускать через себя воду под давлением. Для проведения эксперимента были взяты измерительные полые мензурки с делением по высоте, которые устанавливались на поверхность изделий и герметизировались, после чего наливалось одинаковое количество воды по высоте мензурки, и замерялся уровень через одинаковый промежуток времени.

В результате проведенных исследований можно сделать выводы.

1. Метод плазменной обработки поверхности древесины в результате высоких температур является более экономичным в сравнении с классическими методами теплового воздействия. Поверхность после обработки древесины становится более устойчива к появлению грибков, плесени и иных изъянов древесины.

2. Использование энергии плазмы с температурой 3000-5000⁰С обеспечивает создание многофункционального покрытия, что улучшает эксплуатационные свойства материала. Скорость обрабатывания доходит 5,2 м/мин, за счет этого уменьшаются энергозатраты.

3. При воздействии низкотемпературной плазмы на исходные образцы происходит их высокая термическая диссоциация, что позволяет модифицировать поверхность древесины и получить тончайшую функциональную пленку.

4. Установлено, что у обработанной поверхности древесины снижается водопроницаемость, за счет закупоривания макрокапилляр продуктами термообработки. Выявлено, что поверхность древесины после воздействия высококонцентрированных потоков плазмы, становятся более устойчивой к повышенной влажности окружающей среды.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОВЕДЕНИЯ
ПАССАЖИРОВ В ПРИГОРОДНЫХ ПОЕЗДАХ:
МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Браткова В.А., Кашник О.И.

Сибирский государственный университет путей сообщения, г.
Новосибирск, olgakashnik@rambler.ru

В статье рассматриваются понятия копинг-стратегий, механизмы психологической защиты и совладающее поведение. Описан алгоритм методики авторского исследования копинг-стратегий поведения пассажиров в пригородных поездах.

Ключевые слова: Копинг-стратегии, особенности поведения, защитные реакции, алгоритм исследования, пассажиры пригородных поездов.

Согласно данным ВЦИОМа в России уровень агрессивности повышается, особенно среди молодежи. Так, по данным Всероссийского опроса 2014 года 44% всех респондентов считают, что агрессивность как качество личности присущи современной российской молодежи [3]. В 2017 году этот показатель составил 52%[5]. Вместе с тем, более ранние исследования показывают, что агрессивность не является неотъемлемым качеством молодежи, а свидетельствует о состоянии всего общества [4].

Как отмечают, психологи, особенно опасным является проявление агрессивного поведения с деструктивной направленностью в местах массового скопления людей. Данная проблема является актуальной и для инфраструктурных объектов ж/д транспорта. Вокзалы, поезда являются зоной повышенной опасности, а факторами риска выступают как технические, технологические, экологические опасности, так и социальные (люди, группы людей, терроризм).

Находясь в данных обстоятельствах, большинство людей испытывают существенное напряжение. Возникающие защитные реакции (копинг-стратегии) могут как упреждать, так и провоцировать еще большую опасность в отношении других людей. Как нам представляется, одним из резервов повышения уровня безопасности на объектах ж/д транспорта является культура поведения пассажиров.

Мы сделали предположение, что стратегии поведения людей в ситуациях опасности в пригородных поездах зависят от сочетания индивидуальных копинг-стратегий, степени опасности ситуации и групповых моделей поведения пассажиров.

В работе будут использоваться стандартизированные тестовые методики копинг-тест Лазаруса, «Готовность к риску» (RSK) Шуберта, диагностика мотивации к достижению успеха Т. Элерса, диагностика личности на мотивацию к избеганию неудач Т. Элерса, а также наблюдение и фокус-группы.

В эксперименте примут участие пассажиры пригородных поездов среди студентов СГУПС.

Нами составлен алгоритм исследования:

1. Подбор выборки среди студентов.
2. Оценка индивидуальных показателей респондентов по 4 методикам.
3. Проведение фокус-групп:
 - 3.1. Составление индивидуальных карт риска;
 - 3.2. Составление групповой карты риска (опасные ситуации в пригородном электропоездах);
 - 3.3. Ранжирование опасных ситуаций по степени риска;
 - 3.4. Составление модели группового поведения пассажиров в ситуациях опасности;
 - 3.5. Составление индивидуальных моделей поведения пассажиров в ситуациях опасности.
4. Проведение корреляционного анализа индивидуальных показателей копинг-стратегий и индивидуальных моделей поведения пассажиров в ситуациях опасности.
5. Разработка рекомендаций по повышению уровня безопасности в пригородных электропоездах.

После проведения исследования планируется:

- 1) составление классификации опасных ситуаций в пригородных поездах;
- 2) выявление взаимосвязи индивидуальных показателей копинг-стратегий и моделей поведения пассажиров в ситуациях опасности.
- 3) разработка рекомендаций по повышению уровня безопасности в пригородных поездах.

Список литературы

1. URL: <https://wciom.ru/index.php?id=236&uid=114879>
2. URL: <https://wciom.ru/index.php?id=236&uid=10330>
3. URL: <https://wciom.ru/index.php?id=236&uid=116284>

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ПОЖАРОТУШАЩИХ ВЕЩЕСТВ С ПОМОЩЬЮ ОПТИЧЕСКИХ И ИМПУЛЬСНЫХ СИСТЕМ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОРЕНИЯ

А.В. Бурачкова, А.Ю. Рябуха, А.А. Чернов
Сибирский государственный университет геосистем и
технологий, chernov@kinetics.nsc.ru

В лабораторных условиях с помощью оптических и импульсных систем исследования горения был разработан эффективный пожаротушащий порошок, используемый, как для тушения пожара класса В, так и в качестве ингибитора в модифицированном сланцевом заслоне и флегматизатора угольных отложений в забоях шахт. В ГОСТ Р 51063 "Пыль инертная. Методы испытаний" нет методики определения влияния на горение, поэтому в данной работе предлагается не только пламягасящее вещество, но и методика исследования влияния модифицированного ингибитором сланцевого заслона на горение метано-воздушного пламени.

Ключевые слова: пожарная безопасность, взрывы и их предупреждение, пожаротушение, пламегаситель, сланцевый заслон, РIV.

Тема пожарной безопасности не перестает быть актуальной на протяжении всех времен, ведь даже при наличии современного оборудования использование наиболее дешевых материалов, халатное отношение к правилам пожарной безопасности, а также недостаточные знания из года в год приводят к тяжелым последствиям. Особое место занимают взрывы угольной пыли, которые по масштабам разрушений и числу жертв являются самым грозным видом аварий в шахтах, уносящих человеческие жизни.

В средства по предупреждению и локализации взрывов пылевоздушных смесей в угольных шахтах опасных по газу и пыли входят сланцевые взрыво-локализирующие заслоны, свойства которых определяются п.4.2.1.1 ГОСТ Р 54776-2011[1] и ГОСТ Р 51063 [2]. Однако, в описанных в этом нормативном документе методах испытаний нет методики определения степени влияния на горение. Это приводит к отсутствию стимула для совершенствования сланцевых заслонов с целью повышения их эффективности при подавлении пожаров и взрывов.

Цель данной работы состоит в разработке пламягасящей смеси на базе инертного порошка и определении ее эффективности в сравнении с известными пожаротушащими порошками.

Задачами являются испытания при тушении пожаров класса В и С трех видов различных порошков и выявление наиболее оптимального состава модифицированного ингибитором известняка.

Для испытания разработанного пожаротушащего вещества (ПГВ) используется модельный очаг пожара, на базе регламентированного в ГОСТ Р 51057 [3]. Для оценки эффективности ПГВ в лаборатории кинетики процессов горения ИХКГ СО РАН используется метод контролируемого пневматического впрыска порошка в микропожар класса В площадью $0,0087 \text{ м}^2$. Используемая установка за 1 секунду выпускает 1 литр воздуха под давлением 0,7 атмосфер через бункер, создавая облако с порошком массой от 200 до 900 мг.

В процессе работы были исследованы порошки: «Волгалит-АВС», производства ЗАО «В.В.П.» Нижний Новгород, «ИСТО-1», производства ФНПЦ «Алтай» г.Бийск, и разрабатываемый авторами – известняк и известняк с ингибитором.

Так как известняк в качестве ПГВ не прошел сертификацию для использования в порошковых огнетушителях, для его улучшения был добавлен ингибитор в виде калий содержащей соли. На графике (рисунок 1а) показано, как концентрация ингибитора в смеси влияет на эффективность тушения. В виде ромба и квадрата на графике показаны уже существующие огнетушители. Из рисунков 1а и 1б видно, что эффективность полученного порошка приближена к лучшему на рынке. От количества калий содержащей соли зависит конечная стоимость порошка, поэтому был выбран состав с массовым содержанием ингибитора 10%. Из результатов испытаний видно, что известняк без ингибитора не обладает значительной пожаротушащей эффективностью, а с ингибитором значение его огнетушащей концентрации приближается к лучшим образцам. По стоимости полученный в лаборатории порошок является вполне выгодным для производства.

Для выявления эффективности использования модифицированного ингибитором сланцевого заслона измерена зависимость скорости распространения метано-воздушного пламени от концентрации порошка. Пожар класса С представляет собой метано-воздушное пламя, стабилизированное на горелке

Бунзена. Для измерения был применен оптический PIV метод измерения мгновенных полей скорости газа в выбранном сечении потока (Particle Image Velocimetry) [4]. Поле скоростей газа в факеле определялось расчетом перемещения, которое совершают частицы за время между вспышками лазера.

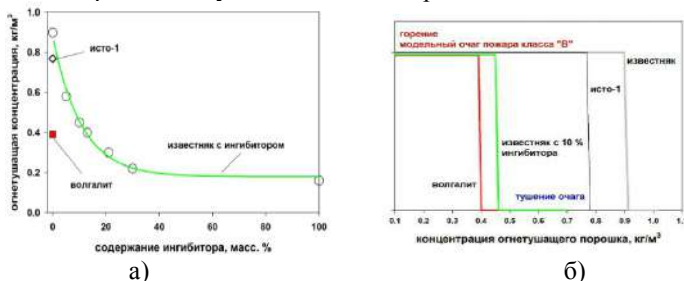


Рисунок 1 – а) зависимость огнетушащей концентрации от содержания ингибитора, б) значение огнетушащей концентрации для различных ПГВ

Результаты экспериментов в виде зависимости скорости распространения предварительно перемешанного метано-воздушного пламени от концентрации вводимого в горючую смесь порошка и стехиометрического соотношения представлены на рисунке 2.

В ходе проведения экспериментов была выявлена, обратная зависимость скорости ламинарного метано-воздушного пламени от количества модифицированного ингибитором известняка. Порошковый состав известняка с добавлением калий содержащей соли показал высокую эффективность при тушении пожара класса С. Полное взрывоподавление возможно при концентрации порошка в воздухе больше 30 г/м^3 . Следует заметить, что это значение огнетушащей концентрации во много раз меньше, чем при тушении пожара класса В. Это может быть связано с известным фактом, что не весь порошок непосредственно участвует в подавлении горения. Изучение этого явления с помощью предложенной методики может оказаться потенциально важным для дальнейшего повышения эффективности ПГВ.

Результаты экспериментов показали, что с помощью оптических и импульсных методик исследования горения можно разработать высокоэффективные пожаротушащие порошки, которые могут эффективно подавлять пожары класса В и С. Также, проведенные исследования подтверждают, необходимость добавления нового параметра в качестве свойства пыли в «Инструкцию по

локализации и предупреждению взрывов пылегазовоздушных смесей в угольных шахтах», так как эффективность подавления горения метана прямо влияет на предотвращение пожара и быстрое его тушение.

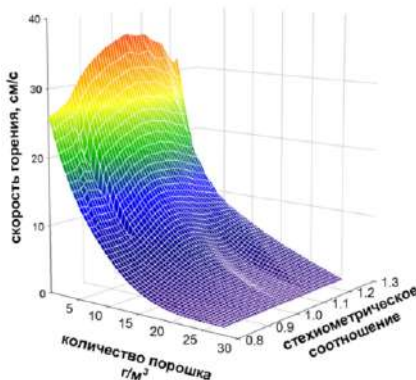


Рисунок 2 – результаты экспериментов для модифицированного сланцевого заслона

Список литературы

1. ГОСТ Р 54776-2011 Оборудование и средства по предупреждению и локализации взрывов пылевоздушных смесей в угольных шахтах опасных по газу и пыли. Общие технические требования. Требования безопасности и методы испытаний.
2. ГОСТ Р 51063-97. Пыль инертная. Методы испытаний;
3. ГОСТ Р 51057-2001 Техника пожарная. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний;
4. Коробейничев О.П., Шмаков А.Г., Чернов А.А., Маркович Д.М., Дулин В. М., Шараборин Д.К., Пространственное и временное разрешение метода PIV при измерении скорости в пламени // Физика горения и взрыва, 2014, т. 50, N5, сс.13-21.

РАЗРАБОТКА ПАССИВНОГО УВЛАЖНИТЕЛЯ ВОЗДУХА

М.В. Гросс, Е.А. Фостовцова, В.Л. Павлова
Сибирский государственный университет путей сообщения,
p_v_75@mail.ru

Низкая влажность воздуха в жилых помещениях отрицательно влияет на здоровье человека. Данная работа направлена на

проектирование экономичного, но производительного пассивного увлажнителя воздуха, который использует в качестве источника энергии радиаторы отопления.

Ключевые слова: уровень влажности, способы увлажнения, пассивный увлажнитель, безопасность.

Содержимое влаги в воздухе способно влиять на общее самочувствие человека. Нормальный уровень влажности благоприятно отображается на нашем самочувствии (оптимальный уровень – это 45-65% относительной влажности) [1]. В холодный период времени воздух в квартире пересушен системой отопления, в результате чего пересыхает слизистая оболочка, затрудняется дыхание, организм становится уязвим для вирусов и бактерий. Элементы быта и интерьера также плохо переносят перепады влажности и могут со временем прийти в негодность.

Для увлажнения воздуха можно использовать различные способы: проветривание, выращивание комнатных растений, развешивание мокрых полотенец на батареи. В современном мире имеются специальные увлажнители воздуха: ультразвуковые, паровые и механические. Ультразвуковой при частом использовании оставляет известковый налет на рядом стоящих предметах, другие шумят. Все они работают только под присмотром человека и от источника электроэнергии.

Для того чтобы система увлажнения в квартире работала постоянно и безопасно существуют пассивные увлажнители воздуха, которые использует в качестве источника энергии радиаторы отопления. На них навешивается открытая емкость с водой, которая постепенно испаряется.

Цель данной работы – спроектировать доступный по цене, но высокий по производительности пассивный увлажнитель воздуха на радиатор.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- сравнить материалы для изготовления увлажнителя и выбрать тот, который обладает наибольшей теплопроводностью;
- спроектировать конструкцию пассивного увлажнителя: определить размеры, объем, площадь поверхности испарения воды.
- рассчитать его производительность: какую влажность воздуха способен поддерживать увлажнитель;
- определить параметры воды и время испарения.

По результатам изучения теплопроводности различных материалов, мы пришли к выводу, что материалом для пассивного увлажнителя может быть теплопроводящий пластик (Теплосток) нового поколения, с теплопроводностью 5-15 Вт/(м·град)[2] или углеродистая сталь (типа сталь 08, сталь 3, сталь 20) с теплопроводностью 50 - 90 Вт/(м·град)[3]. Пластик более легкий по весу по сравнению со сталью (это немаловажно для конструкции), но дольше будет нагреваться. Расчетные параметры увлажнителя будут определены для двух вариантов исходных материалов.

Самый экономичный вариант – увлажнитель прямоугольной формы с ребристой поверхностью, для увеличения площади нагрева. Размер – 50*40*7 см, на верхней части расположена решетка для предотвращения падения мелких предметов, открывающаяся при наливе воды.

В настоящий момент ведутся расчеты по определению зависимости температуры теплоносителя и уровня влажности в помещении.

Применение пассивных увлажнителей позволит экономить электроэнергию, исключить возможность возникновения коротких замыканий, обеспечить несомненное удобство использования и без особых затрат будет поддерживать нормальный уровень влажности в помещении в зимний период.

Список литературы

1. Как влажность воздуха влияет на самочувствие человека? [Электронный ресурс]. URL: <http://sun-dekor.com.ua/kak-vlazhnost-vozdukha-vlijaet-na-samochuvstvie> (дата обращения: 27.04.2018).
2. Кондратенко В.С., Сакуненко Ю.И. Необычные пластики – новые решения. [Электронный ресурс]. URL: <https://mirprom.ru/public/neobychnye-plastiki-novye-resheniya.html> (дата обращения: 27.04.2018).
3. Физические величины. Справочник. А.П. Бабичев, Н.А. Бабушкина, А.М. Братковский и др.; Под ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова. — М.: Энергоатомиздат, 1991. — 1232 с.

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗНАНИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ В ВОПРОСАХ ОКАЗАНИЯ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ И ПОВЕДЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Е.А. Иванчина, Ю.О. Какаева, И.В. Пирумова
Сибирский государственный университет путей сообщения,
Pirumova_777@mail.ru

Рассмотрена актуальная проблема недостаточного уровня знаний современного общества в области безопасного поведения в чрезвычайных ситуациях. Представлены результаты исследования знаний преподавателей университета в вопросах оказания первой помощи и правил поведения в чрезвычайных ситуациях. Предложены мероприятия для решения данных проблем в условиях университета.

Ключевые слова: первая помощь пострадавшему; охрана здоровья; чрезвычайная ситуация; безопасность жизнедеятельности; сердечно-легочная реанимация; пожарная эвакуация.

Каждый человек должен обладать навыками по оказанию первой помощи пострадавшим и знать, как действовать в чрезвычайных ситуациях.

В 2015 году с целью проверки уровня знаний в области оказания первой помощи пострадавшим проводилось анкетирование среди преподавателей и студентов Сибирского государственного университета путей сообщения (СГУПС). Анкетирование продемонстрировало невысокие показатели знаний в данной области в особенности среди преподавателей.

3 июля 2016 г. в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» были внесены изменения, которые устанавливают, что охрана здоровья обучающихся включает в себя, в том числе, обучение педагогических работников навыкам оказания первой помощи (ч. 11 ст. 41 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации»). В связи с данными изменениями законодательства в 2016 году весь профессорско-преподавательский состав СГУПС прошел обучение курсам оказания первой помощи пострадавшим при несчастных случаях. Обучение проходили как преподаватели технических, так и гуманитарных направлений.

Целью данной работы является определение качества обучения преподавателей университета СГУПС приемам оказания первой помощи пострадавшим, после проведения анкетирования в 2015 году.

Задачи для решения данной цели следующие:

- 1) скорректировать анкету прошлого года, для сравнения показателей;
- 2) провести опрос преподавателей;
- 3) собрать и обработать материалы;
- 4) провести анализ полученных данных.

Общая численность профессорско-преподавательского состава СГУПС 593 человек. На начальном этапе нашей работы было проведено анкетирование 47 преподавателей.

При анализе результатов тестирования установлено, что в вопросах оказания первой помощи пострадавшим (остановка кровотечения, порядок действий при потере сознания, первая помощь при ожогах) уровень знаний преподавателей не повысился. Однако, существенно улучшились знания в вопросах проведения сердечно-легочной реанимации, на что делался акцент при проведении практических занятий в ходе подготовки преподавателей в 2016 году. Недостаточно высокий уровень подготовки был выявлен в вопросах поведения в ЧС, в частности при поведении в случае пожарной эвакуации.

Для улучшения знаний по оказанию первой помощи и действий при чрезвычайных ситуациях необходимо введение мероприятий, например, таких как: введение роликов с изображением случаев оказания первой помощи и действий при чрезвычайных ситуациях, ежегодное прохождение обучения. Ролики иллюстрировать на экранах университета, это поможет зрительно запоминать, а ежегодное обучение будет «освежать» знания преподавателей.

Дополнительно проводить курсы подготовки преподавателей по программе «Порядок поведения в ЧС».

Список литературы

1. О необходимости повышения знаний студентов в высших учебных заведениях в вопросах оказания первой помощи и поведению в чрезвычайных ситуациях Баланчук В.Д., Пирумова И.В., Калининко Е.А., Райхель А.Р., Цуканова М.И. // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. Сборник научных статей. Труды Международной научной конференции «Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения», 2015. - № 9 (22) – С. 55-58.

2. Федеральный закон от 03.07.2016 N 313-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон об образовании в Российской Федерации" (последняя редакция).
3. Федеральный закон от 21.12.1994 N 68-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (с изм. и доп. от 8.03.2015).

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛАМЯГАСЯЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ТУШЕНИИ МОДЕЛЬНОГО ОЧАГА ПОЖАРА КЛАССА В

А.Ю. Рябуха, А.А. Чернов

**Федеральное государственное образовательное учреждение
«Сибирский государственный университет геосистем и
технологий», chernov@kinetics.nsc.ru**

В работе исследовалась эффективность трех пламягасящих веществ, одно из которых было разработано в ИХКГ СО РАН по специальному заказу. Были определены огнетушащие концентрации при тушении пожара класса В, а также был рассмотрен экономический аспект при производстве веществ.

Ключевые слова: безопасность жизнедеятельности, пожарная безопасность, порошковые огнетушители, калийсодержащие соли.

Тема пожарной безопасности не перестает быть актуальной с давних времен по настоящее время, ведь даже при наличии современного оборудования использование наиболее дешевых материалов, халатной отношение к правилам пожарной безопасности, а также недостаточное количество знаний из года в год приводит к тяжелым последствиям.

Для испытания пожаротушащих порошков используется модельный очаг пожара, регламентированный ГОСТ Р 51057. Модельный очаг пожара класса В представляет собой круглый противень, изготовленный из листовой стали, заполненный водой и ЛВЖ (автомобильный бензин летнего вида). Он используется для: сертификационных испытаний огнетушителей (переносных и передвижных); сертификационных испытаний модулей газового, порошкового и водяного пожаротушения; испытаний автономных установок пожаротушения.

Целью проделанной работы были разработка пламягасящего вещества (ПГВ) и определение огнетушащих концентраций при тушении пожара класса В, которое отвечает экономическим и законодательным требованиям. Для этого необходимо было испытать три вида порошков, а также выявлен наиболее оптимальный состав порошка.

Для оценки эффективности ПГВ в лаборатории кинетики процессов горения ИХКГ СО РАН используется метод контролируемого пневматического впрыска порошка в микропожар класса В площадью 0.0087 м². Испылуемая установка за 1 секунду выпускает 1 литр воздуха под давлением 0,7 атмосфер через бункер, создавая облако с порошком массой от 200 до 900 мг. В процессе работы были исследованы порошки: Волгалит-АВС , производства ЗАО "В.В.П." Нижний Новгород, "ИСТО-1", производства ФНПЦ «Алтай» г.Бийск, и разрабатываемый для Заказчика: известняк и известняк с ингибитором.

Так как известняк в качестве ПГВ не прошел сертификацию, для его улучшения был добавлен ингибитор в виде калий содержащей соли. На графике (рисунок 1а) показано, как концентрация ингибитора в смеси с известняком влияет на эффективность тушения. В виде ромба и квадрата на графике показаны уже существующие огнетушители. Из графика рисунок 1а и 1б видно, что эффективность полученного порошка приближена к лучшему на рынке. От количества калий содержащей соли зависит конечная стоимость порошка, поэтому был выбран оптимальный состав с соотношением известняка к ингибитору 9/1.

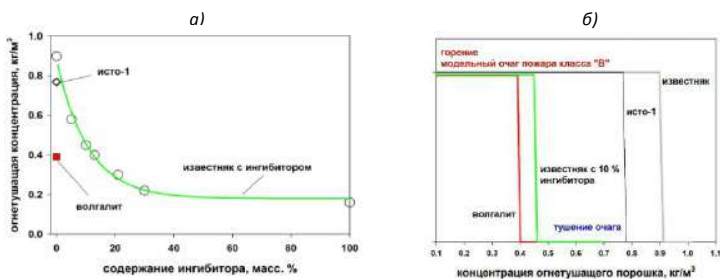


Рисунок 1 – а) зависимость ОК от содержания ингибитора, б) значение ОК для различных ПГВ

Для того, чтобы порошок прошел сертификацию необходимо, чтобы его огнетушащая концентрация не превышала 0,8 кг/м³. Из

результатов испытаний видно, что известняк без ингибитора намного превышает это значение, а с ингибитором огнетушащая концентрация значительно меньше, при этом по стоимости и эффективности полученный в лаборатории порошок является вполне выгодным.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 51057-2001 Техника пожарная. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний.

ПОВЕДЕНЧЕСКИЙ АУДИТ БЕЗОПАСНОСТИ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

В.Л. Павлова, М.Г. Рублев, Н. Е. Токарева
СГУПС, p_v_75@mail.ru

Наше поведение обусловлено многими факторами, в том числе, казалось бы, косвенными. Поэтому человека крайне сложно оградить от неправильных действий. Для выявления основных и типичных причин травматизма в настоящее время применяют новую перспективную систему оценки – поведенческий аудит безопасности.

Ключевые слова: поведенческий аудит безопасности, железнодорожный транспорт, человеческий фактор, производственный травматизм и заболеваемость, безопасный регламент работ.

Основная цель исследования заключалась в том, чтобы выявить, как поведенческий аудит безопасности может повлиять на снижение человеческого фактора.

Объектом научного исследования является разработка мероприятий, способствующих устранению негативного человеческого фактора для электромонтеров по обслуживанию сигнализации, централизации и блокировки (далее – СЦБ).

Предмет исследования – система безопасного регламента работ для электромонтеров по обслуживанию СЦБ.

Для экспертной оценки системы безопасного регламента работ для электромонтера был разработан опросник, для выявления оценки их уровня знаний безопасности. Из проведенного опроса можно сделать следующие выводы. Все работники четко понимают опасность своей деятельности, но не все полностью осведомлены о правилах

безопасности. Работники не всегда могут следовать безопасным инструкциям.

Для выявления типичных нарушений был проведен хронометраж рабочего дня электромонтера СЦБ. Содержание этапов наблюдения во многом соответствует типовой инструкции по охране труда для электромонтеров.

Для определения предпосылок и последствий однотипных поведенческих событий были выявлены их частные характеристики.

На основании проведенного ПАБ были разработаны следующие рекомендации:

Рекомендуется увеличить объем проводимого предсменного инструктажа и частоту проверки знаний для электромонтеров со стажем работы до 5 лет и стажем работы свыше 15 лет;

Рекомендуется расширить предсменный медицинский осмотр с целью определения фактического психофизиологического состояния работника;

При возникновении ситуации, в которой работник не может соблюдать требования безопасности –сообщить руководителю работ и руководителю предприятия о возникшей внештатной ситуации и дождаться решения руководства;

Проводить ежедневный осмотр средств индивидуальной защиты и средств связи перед заступлением на смену и после нее

Выполнять все производственные операции с учетом эргономических требований.

Применение ПАБ позволит своевременно выявлять однотипные поведенческие события, которые являются предпосылками к травматическим случаям, правильно прогнозировать последствия нарушений требований безопасности и снижать «человеческий фактор» в причинах травматизма и заболеваемости. Также ПАБ положительно влияет на увеличение производительности труда за счет эргономически оптимального построения технологического процесса и сохранения энергозатрат.

Список литературы:

1. Черкасов, В.В. Личное дело. Безопасность труда зависит от отношения к вопросу и руководителей, и работников/ В.В. Черкасов// Гудок. – 2010.- выпуск 10.02.2010, 5 полоса
2. Завьялов, А.М. Повышение безопасности труда на железнодорожном транспорте на основе снижения влияния человеческого фактора: автореф. дис. на соиск. учен. степ. докт. техн. наук (05.26.01 –Охрана труда) / Завьялов Антон Михайлович; ФГБОУ

ВО «Российский университет транспорта (МИИТ). – Москва, 2017. – 48 с.

3. Методические рекомендации по процессу поведенческих аудитов безопасности (ПАБ) в ОАО «РЖД». М.- 2011. Утверждены начальником управления охраны труда, промышленной безопасности и экологического контроля 11.01.2011. В.В. Черкасовым.

КЛАССЫ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ РИСК ПЕРСОНАЛА ЗАНЯТОГО ДОБЫЧЕЙ УГЛЯ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ.

Гуськов А. В., Упит О.К.

**Новосибирский государственный технический университет
a.guskov@corp.nstu.ru.**

В ходе работы определен класс профессионального риска персонала занятого в угольной промышленности, рассчитан коэффициент профессионального риска.

Ключевые слова: уголь, условия труда, горношахтное оборудование, угольная промышленность, угольные шахты.

По состоянию на 01.01.2016 г., добычу угля в Российской Федерации осуществляли 191 угольное предприятие, в т.ч. 60 угольных шахт и 131 разрез. Совокупная производственная мощность угольных предприятий по добыче угля составляет 424,7 млн т (на 01.01.2016 г.). В течение 2016 года в стране было добыто 385,4 млн тонн угля, следует из материалов Центрального диспетчерского управления ТЭК [1].

По многочисленным исследованиям [2], выполненными в последние годы на предприятиях по добыче и переработке полезных ископаемых, свидетельствуют о том, что условия труда были и остаются крайне тяжёлыми, вредными и опасными, особенно при выполнении подземных горных работ. Персонал подвержен многофакторным воздействиям производства, вредностям разных уровней, существует высокая степень профессионального риска для здоровья работников. Так например при отработке тонких угольных пластов шахтеры в течении смены работают в вынужденной позе и перемещаются по-пластунски с опорой на коленные и локтевые суставы. Нагрузка в течении всей рабочей смены у проходчиков составляет 91,0%, бурильщика 99,6% и ГРОЗ (горнорабочий очистного забоя) - 87,6%.

На работающих действует комплекс факторов производственной среды (пыль, токсические вещества, шум, вибрация, излучения, неблагоприятный микроклимат и др.), уровни которые превышают предельно-допустимые величины. Для облегчения труда рабочих компании производят модернизацию технического оснащения, замену изношенного оборудования и переходят на автоматизированные системы. Но это способствует к снижению численности промышленно-производственного персонала (ППП). Только за последние 16 лет количество работающих на шахтах в России сократилось на 235,1 тыс.чел.

Однако, не смотря на сокращения занятых в отрасли, объемы добычи угля с каждым годом увеличиваются, следовательно, производительность увеличилась с 704,2 тонн на рабочего за год до 2620,6 тонн.

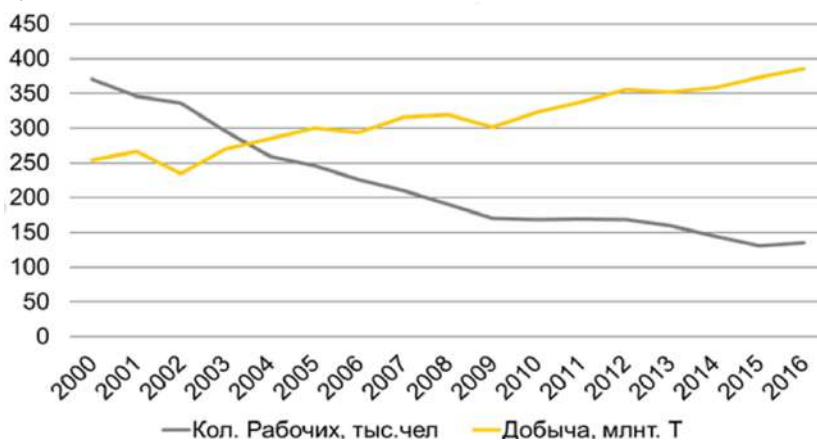


Рисунок 1- Зависимость показателей добычи угля и количества рабочих за 16 лет

При ежегодном повышении темпов роста объемов добычи угля, сокращается число аварий, но число жертв все также остается непостоянным показателем. Анализ причин аварий на шахте выявил, что 27 % их связаны с обрушениями и обвалами угля и породы; 30,1 % — с функционированием машин, механизмов и другого оборудования; 11,3 % — с падением предметов, тогда как взрывы метана и подземные пожары составляли всего 3,7 % общего числа аварий. Анализируя данные полученные из Ростехнадзора , рассчитан профессиональный риск ($K_{\text{риск}}$) за 16 лет.

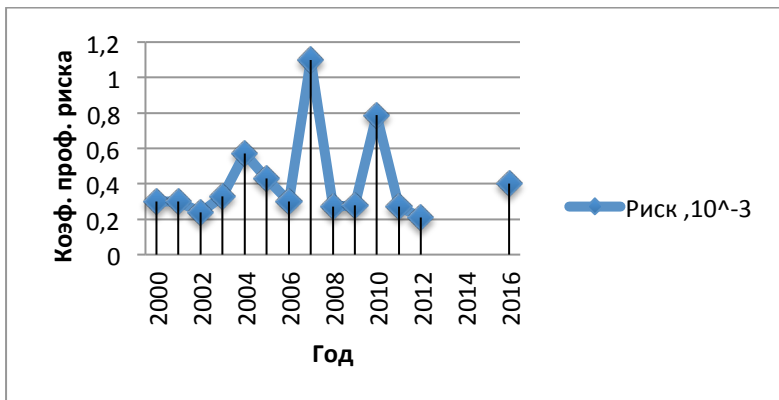


Рисунок 2- Диаграмма показателей профессионального риска за 16 лет

$K_{\text{РИСК}} = N_{\text{Ж}} / N_{\text{РАБ}}$. [жертв/тыс.чел.], где $N_{\text{Ж}}$ – число жертв; $N_{\text{РАБ}}$ – количество рабочих[номер ссылки подправить]

Из характера изменения показателей профессионального риска видно, что даже при сокращении числа аварий и числа занятых в угледобывающей отрасли коэффициент профессионального риска не снижается. Это обусловлено тем, что при увеличении объемов добычи, также идет увеличение нагрузки как на персонал, так и на оборудование, что приводит к росту условий опасных и вредных факторов за счет повышения технологических режимов работы оборудования.

Анализ причин и условий возникновения и развития крупных аварий в угольных шахтах позволяет утверждать следующее. Техническое перевооружение и связанная с ним интенсификация горных работ привели к тому, что возросла взаимосвязанность параметров управляемых материальных потоков, образующих триаду «производственный процесс (добыча) – продукт (уголь) – опасные и вредные производственные факторы (взрывы, пыль, и т.д.), а следовательно и тяжесть опасных проявлений на персонал. Следовательно традиционные средства коллективной и индивидуальной защиты, а также способы обеспечения надежности и безопасности горных работ устарели или оказались не соответствующими изменившимся условиям их применения. [2]

В мировой практике одним из инструментов эффективного управления уровнем профессионального риска является реализация превентивной функции обязательного социального страхования от

несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. В России угольная промышленность отнесена к отрасли промышленности с наивысшим 32-м классом профессионального риска и соответствующими максимальными размерами страховых тарифов и страховых взносов в Фонд социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Однако оценка класса профессионального риска в европейских странах является более точной и детализированной, специалисты МОТ и ВОЗ выделяют более 150 классов профессиональных рисков и 1000 их видов, которые представляют, по их мнению, реальную угрозу и опасность для здоровья, трудоспособности и даже жизни работников по 2000 различных профессий. При этом считается, что данная классификация является неполной и охватывает только отдельные аспекты безопасности и гигиены труда, а по ряду других профессий научные знания о рисках еще не получили должного представления. [4]Так, например, в Италии выделено более 300 классов профессионального риска, в Германии существует 600 классов, в Франции 1100.

Выводы

1. Определен профессиональный риск персонала угольно добывающей промышленности. Он не изменился за последние 15 лет.
2. Увеличилась производительность работников угольно добывающей промышленности на 272 %
3. Предлагается расширить класс профессионального риска работников угольно добывающей промышленности.

Список литературы:

1. Туринова Т. И. \ Профессиональный риск в угольной отрасли. Состояние и перспективы в условиях рыночной экономики.
2. Павлов А.Ф., Голоскоков С.И., Шатилов С.В., Сурков А.В.\ Анализ и управление риском крупных аварий на угольных шахтах России.
3. Максимов С.А., Мазур Ю. Н., Цыганцев Е.А.\ Условия труда шахтеров угольных шахт в современных условиях.
4. Оценка и тарификация профессионального риска в обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Студии. Учебные материалы для студентов (info{at}studme.org) © 2013 – 2018
5. Гуськов А.В., Милевский К.Е. / Надежность технических систем и техногенный риск : учебное. пособие Новосибирск /, Новосибирский. Государственный. Технический . университет 2016 г.- 424с.

БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО В ОХРАНЕ ТРУДА

О.О. Головнина, А.В. Федорова, Н.В. Петрова
Сибирский государственный университет геосистем и
технологий, natalyavpetrova@mail.ru

Бережливое производство в охране труда рассматривается как модель организации системы управления охраной труда и включает в себя: систему принципов организации бизнеса, инструментов, которые основаны не только на бережном отношении к технологическому процессу, но и к человеческому ресурсу. При этом система управления охраной труда должна базироваться на бережливом отношении к производительным силам, то есть работникам.

Ключевые слова: бережливое производство, система управления охраной труда, человеческий капитал.

Одной из важнейших задач охраны труда является сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности. По данным Международной организации труда (МОТ) в мире ежедневно погибает около 6 тысяч человек. В России удельный вес предприятий, отнесенных к добывающим и осуществляющим первичную переработку природных ресурсов видам экономической деятельности, а также расположенных в регионах с тяжелыми природно-климатическими условиями очень высок. Отличительной чертой таких предприятий является высокий процент травматизма. Таким образом, защита работников от профессиональных рисков, а также повышение уровня охраны труда является и важной, и актуальной задачей на современном этапе [2].

Целью исследования являлось ознакомление с понятием и инструментами бережливого производства, а также выявление возможности их использования для повышения уровня охраны труда на предприятии.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

– изучить концепцию и инструменты бережливого производства и, на основе полученных данных, выбрать те инструменты, которые возможно использовать для повышения уровня охраны труда на предприятии;

– исследовать предприятия, на которых используются принципы бережливого производства и оценить эффективность их внедрения для повышения уровня охраны труда;

– рассмотреть преимущества и недостатки от внедрения бережливого производства и предложить пути устранения выявленных недостатков.

Бережливое производство или «Lean технологии» представляет собой концепцию производства, которая направлена на преумножение ценности конечного продукта с наименьшими затратами. Система организации процесса охраны труда на производстве напрямую связана с анализом различных видов затрат и потерь.

Авторами были детально изучены инструменты «Lean технологий» и выбраны 4, которые возможно использовать для повышения уровня охраны труда на предприятии. Такими инструментами являются: система TPM (Total Productive Maintenance); «пока-ёка»; «jit» и система 5S, метод спагетти.

Также авторы попытались провести аналогию между основами научной организации труда и бережливым производством.

В ходе работы были рассмотрены российские предприятия, на которых внедрены «Lean технологии» и проведена оценка эффективности от их внедрения. Детально было изучено предприятие Физтех-Энерго, находящееся в г. Томске, а точнее цех по сборке ламп данного предприятия. На примере профессии сборщик ламп авторы рассмотрели возможность экономии средств работодателя при внедрении «Lean технологий» в отдельном структурном подразделении этого предприятия.

Внедрение «Lean технологий» позволяет оптимизировать производство, что приводит к сокращению рабочих мест, и как следствие сокращению расходов работодателя на трудовоохранные мероприятия для данных рабочих мест. Так как объем производства остается на прежнем уровне, сэкономленные средства работодателя, не могут стать прибылью предприятия, но их можно использовать на иные мероприятия, способствующие улучшению условий и охраны труда. Кстати сказать, сокращение рабочих мест это один из мифов о бережливом производстве. Так как на любом предприятии можно зафиксировать неравномерность распределения обязанностей, т.е. кто-то загружен трудовыми обязанностями (или даже перегружен ими), а у кого-то недостаточное количество нагрузки. Поэтому задачей бережливого производства является не сокращение рабочих мест, а перераспределение трудовых ресурсов в организации.

Таким образом, анализ инструментов «Lean технологий» показал, что их можно использовать не только для минимизации профессиональных рисков, но и для повышения уровня охраны труда на предприятии.

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ УРОВНЕЙ ВИБРАЦИИ

М.В. Шохирев, Р.В. Чернавин, М.Г. Рублев
Сибирский государственный университет путей сообщения

Анотация: Авторами рассмотрен вопрос о вибрационных воздействиях строительных дорожных машин, их влияние на организм человека и методы защиты от вибраций. Приведена конструкция виброизоляционного сиденья, рассчитанного по методике Кочетова О.С.

Ключевые слова: **вибрация, виброзащита, снижение параметров вибрации, источник возбуждения.**

Проблема снижения вибрационных воздействий на строительных дорожных машинах имеет большую актуальность. Высокий уровень вибрации способствует уменьшению ресурса деталей машин, появляются дополнительные энергозатраты, появляется виброболезнь у людей, работающих на них.

Шумот вибрации негативно влияет на эко-показатели машин, повышенный дискомфорт приводит к понижению трудоспособности. В связи с этим существует нормативная литература, в которой прописаны жесткие требования к вибрации и шуму, для обеспечения безопасности человека. Поэтому при разработке строительных дорожных машин нужно обязательно учитывать вибронагрузку, которая передается на рабочего.

Вибрация — это малые механические колебания, возникающие в упругих телах под воздействием переменных сил. Такие параметры, как виброскорость и виброускорение определяют степень воздействия вибрации на человеческий организм.

Виброболезнь приводит к различным спазмам жизненно важных органов, наблюдаются сильные головные боли, боли в области груди, самое страшное это то, что данные патологии приобретают необратимый характер.

Выбор различных защитных средств имеет прямую зависимость от конструкции СДМ. Следовательно, сначала необходимо определить

источники вибрации, их частоту, а также направление распространения колебаний от источника до человека.

Методы виброзащиты можно поделить на две группы: снижение вибрационных колебаний воздействием на источник и снижение вибрационных колебаний на путях их распространения.

Рассмотрим устройства, относящиеся к первой группе.

Активный прибор для защиты от вибрации ВИКОДА оборудован датчиками, которые фиксируют перемещения колеблющейся системы, силовыми электромагнитными приводами, которые придают ускорение реактивной массе устройства. Данное устройство обрабатывает полученные сигналы и выдаёт сигналы для приводов, которые в свою очередь срабатывают в противоход источнику колебаний.

Один такой прибор ВИКОДА вызывает противодействие вибрациям только в одном направлении. Защита от колебаний системы в 2х и более направлениях требует установки нескольких устройств

Да эти механизмы эффективны при вибропонижении, но они дорогостоящие. Поэтому обратим внимание на вторую группу методов.

Рассмотрим пример такого прибора той же фирмы Викода.

Инерционные демпферы являются устройством, присоединяющимся к колеблющейся системе и поглощающим энергию колебаний, что приводит к уменьшению амплитуды. Инерционные демпферы хорошо поглощают энергию колебаний, имеющих частоту, близкую к собственной частоте устройства. Они относятся к пассивным средствам виброзащиты, так как реагируют на виброперемещение исходной системы.

Рассматривая приспособления по снижению вибрации на путях ее распространения, из разных приспособлений мы помимо выше перечисленных механизмов обратили внимание на виброизолированные сидения, т.к. они более экономичны и их установка не вызовет особых трудностей. Остается главный вопрос: насколько они эффективны, по сравнению с другими дорогостоящими устройствами?

Для ответа на этот вопрос мы воспользовались методикой расчета Кочетова О.С.

Для того что бы рассмотреть, как колебания влияют на организм человека была составлена математическая модель.

Результаты расчетов позволили определить оптимальные параметры виброизолированной подвески сиденья оператора:

собственная частота колебаний - 12,56 рад/сек, относительное демпфирование - 0,5.

Отсюда мы можем сделать следующие вывод:

Среди всех рассмотренных вариантов виброзащиты экономичным, эффективным, а также простым в установке и эксплуатации является вариант использования виброизолированных подвесок сиденья.

ПРОВЕРКА МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДИФФУЗИИ ГАЗОВ, ОСНОВАННОГО НА ОПТИЧЕСКОЙ РЕГИСТРАЦИИ ПУЗЫРЬКА ГАЗА

Н.Н. Чуприна, С.М. Коробейников
Новосибирский Государственный Технический Университет,
korobeynikov@corp.nstu.ru

В результате старения парка высоковольтного маслонаполненного электрооборудования появляются и развиваются различные дефекты. Риск выхода из строя оборудования увеличивается. В связи с чем, увеличивается и риск возникновения аварийных ситуаций, которые представляют угрозу жизни и здоровью людей.

Для предотвращения возможных аварийных ситуаций проводится своевременная диагностика оборудования с помощью метода хроматографического анализа газов, растворенных в масле (ХАРГ). Учёт диффузии диагностических газов на всех этапах проведения проверки позволяет получать корректные результаты диагностики. Из-за чего возникает необходимость в определении коэффициентов диффузии диагностических газов в трансформаторных маслах.

В статье проводится проверка метода определения коэффициентов диффузии газов, основанного на оптической регистрации скорости растворения пузырька исследуемого газа в исследуемой жидкости. Выявлено, что учет остаточных газов в математической модели значительно повышает точность расчета, метод чувствителен к степени дегазации исследуемой жидкости. Сравнив результаты, полученные экспериментальным методом, со справочными значениями коэффициентов диффузии, была продемонстрирована высокая точность метода.

Ключевые слова — диффузия; оптическая регистрация; определение; коэффициенты диффузии.

Наиболее подходящий метод определения коэффициентов диффузии, на наш взгляд, является метод, основанный на оптической

регистрации растворения микропузырька газа в ненасыщенной газом жидкости [1]. Но данный метод имеет свои сложности, на что указывает, в частности, различные результаты экспериментов. Целью настоящей работы была проверка предлагаемого метода определения коэффициента диффузии для жидкости, в которой известны коэффициенты диффузии газов.

Для проверки методики был проведен ряд экспериментов по определению коэффициента диффузии метана в воде. Вода была выбрана в связи с тем, что это единственная жидкость, в которой определены по классической модели коэффициенты диффузии и коэффициенты растворимости газов [2,3]. В качестве эталонных были взяты коэффициенты диффузии данного газа из общедоступных справочных материалов [3].

Качественная дегазация исследуемой жидкости была невозможна из-за давления паров воды. Возникал эффект обратной диффузии газов. Остаточные газы диффундировали в пузырек, замедляя скорость его растворения. В связи с чем, корректное определение коэффициента диффузии было возможно лишь при правильном учете остаточных газов. Поскольку в методе используется математическая модель для построения кривых растворения, относительно которых определяется коэффициент диффузии, необходимо учитывать не только коэффициенты растворимости и диффузии остаточных газов, но и концентрации этих газов в объеме жидкости.

В специализированной диагностической лаборатории при помощи хроматографического анализа растворенных газов были определены концентрации остаточных газов в воде. После чего были внесены поправки в математическую модель.

Это позволило существенно повысить точность расчётов. Коэффициенты диффузии, полученные данным методом, по значению близки со справочными.

В результате проверки метода можно сделать вывод, что методика позволяет получать достаточно точные значения коэффициентов диффузии газов в жидкостях. Были выявлены необходимые условия, которые необходимо учитывать при проведении экспериментов: проведение качественной дегазации жидкости, использование чистых газов. При невозможности соблюдения данных условий необходимо учитывать влияние остаточных газов на пузырёк в математической модели.

Список литературы:

1. S.M. Korobeynikov, A.V. Ridel, A.Yu. Korobenkova, D.V. Vagin "Dissolution of Bubbles with Diagnostic Gases in Insulating Liquids" 19th IEEE International Conference on Dielectric Liquids (ICDL)
2. Kaye G. W. C. Tables of physical and chemical constants and some mathematical functions. Longman, 1973. pp. 187.
3. Cussler, E. L. Diffusion: Mass Transfer in Fluid Systems. New York: Cambridge University Press, 2009. pp. 127.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ АВТОТРАНСПОРТА НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ Г.НОВОСИБИРСКА

Н.В. Петрова, А.Ю. Черезова, А.Е. Шуклина
Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
natalyavpetrova@mail.ru

В работе выполнена оценка влияния отработанных газов автотранспорта на загрязнение атмосферного воздуха г. Новосибирска. Приведены расчеты по результатам натурных исследований.

Ключевые слова: автотранспорт, загрязняющие вещества, негативное влияние, выхлопные газы, атмосфера.

С каждым годом количество автомобилей в г. Новосибирске увеличивается. По данным Госдоклада «О состоянии и об охране окружающей среды», в Новосибирске выхлопные газы автомобильного транспорта составляют примерно 60–70 % от общего количества выбросов. Отработанные газы от автомобилей представляют собой сложную смесь из химических компонентов, относящиеся к I–IV классу опасности, наиболее токсичными из которых являются оксиды азота, углеводороды и оксид углерода.

При постоянной антропогенной нагрузке проблема загрязнения атмосферного воздуха становится все более актуальной, поэтому была поставлена цель: оценить вклад, вносимый автотранспортом в общее загрязнение г. Новосибирска и разработать мероприятия по снижению негативного воздействия на атмосферный воздух. Для этого были сформулированы следующие задачи: рассмотреть изменения в нормативных документах, рассчитать объемы выбросов от передвижных источников и произвести сравнительную оценку с объемами выбросов, получаемых от стационарного источника, оценить влияние выбрасываемых веществ на городскую среду, дать

рекомендации по снижению количества выбросов в окружающую среду.

Максимальные значения концентраций выхлопных газов от автотранспорта отмечается при режиме холостого хода. Особенно остро эта проблема проявляется на тех дорогах в черте города, где присутствует низкая пропускная способность, какими являются большинство дорог в России. Не исключение и дороги г. Новосибирска, где имеется большое количество светофоров и перекрестков, которые также способствуют образованию пробок и заторов и, как следствие, выделению отработанных газов.

За последние 2 года был принят ряд нормативных документов в области природоохранного законодательства. Одним из основных изменений, произошедших за это время является изъятие выбросов от передвижных источников из видов негативного воздействия на окружающую среду (НВОС), а также отмена платы за выбросы от них.

Для подтверждения или опровержения рациональности данного решения был проведен расчет количества загрязняющих веществ от автотранспорта. Были рассмотрены несколько методик. Наиболее точные результаты дал расчет, выполненный по ГОСТ Р 56162-2014 показавший, что суммарная масса загрязняющих веществ от автотранспорта, рассчитанная для участка в 500 м, составляет 1100 т/год. Количество участков дорог с такой нагрузкой автотранспорта в городе значительно. В качестве сравнения количества выбросов приведена ТЭЦ – 2, выбросы которой составляют около 70 тыс. т/год.

Далее был выполнен расчет концентраций загрязняющих веществ, выбрасываемых автотранспортом в атмосферу г. Новосибирска и определены превышения их фактических значений над ПДК. При расчетах по методике, разработанной НИИАТ, МАДИ, были выполнены натурные исследования, проводившиеся на улицах города. В результате чего учитывались такие показатели как количество машин, категория транспорта, вид топлива, средняя скорость потока машин на дороге. Полученные результаты говорят о высоком уровне превышения ПДК с.с.

В соответствии с рассчитанными превышениями можно говорить о том, что отработанные газы автотранспорта оказывают значительное негативное влияние на атмосферу городской среды. Особое внимание обращает на себя сравнение выбросов от ТЭЦ–2 и автотранспорта. Было ли рационально отменять плату за выбросы загрязняющих веществ от передвижных источников, если все они за год наносят атмосфере вред больший, чем ТЭЦ за это же время.

Помимо этого, из-за возрастающей антропогенной нагрузки, связанной с большим количеством транспорта, ухудшается качество воздуха, которым дышит население. Данное обстоятельство говорит о необходимости проведения мероприятий по уменьшению количества отработанных выбросов в городской среде.

ВЛИЯНИЕ МОБИЛЬНЫХ ТЕЛЕФОНОВ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

**К.В. Щекотуева, С.С. Стручаева, А.Д. Егорова,
С.А. Шахов, Е.А. Калининченко**

**Сибирский государственный университет путей сообщения,
ShchekotuevaKristina@yandex.ru**

Проведено исследование отрицательного влияния мобильных телефонов на различные органы и системы человека при длительном контакте. Проанализирована интенсивность использования телефонов, а также важность безопасности устройства при покупке и дальнейшей эксплуатации устройства. Указывается на важность целевого использования, а также риски для организма при злоупотреблении работы с сотовыми телефонами. На основе проделанного анализа представлены рекомендации по эксплуатации мобильных телефонов.

Ключевые слова: мобильные телефоны, электромагнитное излучение, здоровье человека.

На сегодняшний день мобильная связь и мобильные телефоны, являются неотъемлемой частью жизни миллиардов жителей Земли. Мобильные устройства оказывают огромное положительное влияние на экономику и другие социальные аспекты человека, однако, о вреде мобильных устройств для здоровья человека до сих пор идут горячие споры.

Вред мобильных телефонов исследуется уже около 20 лет. Какие выводы сделали ученые – что сотовые устройства безопасны или, напротив, отрицательно воздействуют на организм? Большая часть исследований говорит о неутешительных последствиях постоянного использования мобильных.

Цель работы заключается в сравнении интенсивности электромагнитного излучения сотовых телефонов разных производителей.

В ходе исследования мы провели опрос студентов, которые постоянно пользуются мобильными. Результаты показаны на слайде. Заметим, что они довольно не утешительны. Статистика показывает, что большинство опрошенных используют мобильные более 2 часов. Еще можно отметить, что 74 процента опрошенных обращают внимание на характеристики телефонов, но мало тех, кто задается вопросом об их излучении.

Научные исследования показали, что влияние мобильных на организм отрицательное. Общий список отрицательных изменений: снижение активности мозга, ухудшение зрения, разрушение нейронов мозга.

Ученые выявили при помощи опытов, что телефон может нагревать кожу и в некоторых случаях даже приводит к ожогу. Эффект нагревания кожи связывают с СВЧ-излучением. Воздействие электромагнитного излучения мобильного на мозг.

Мозг – орган, который больше всего страдает от излучения сотовых. Даже если человек пользуется телефоном не более 2 мин. в день, у него уже ухудшается концентрация и замедляется скорость нервной реакции. Поэтому телефоны способствуют преждевременному отмиранию нейронов мозга, замедлению реакций. Кратно возникает риск появления болезни Альцгеймера у подрастающего поколения.

Ухудшение зрения из-за излучения телефонов. В ходе разговора абонент прижимает телефон к уху, из-за чего хрусталик постепенно нагревается. В нем нет кровеносных сосудов, которые снизили бы нагрев. Из-за этого повышенная температура долго сохраняется в структуре глаза, и хрусталик мутнеет и разрушается.

Воздействие телефонов на организм можно снизить, если соблюдать ряд правил. Самое простое – не носить мобильник с собой. Если все же приходится перемещаться вместе с сотовым, то нельзя располагать телефон в следующих местах: на груди; у живота; рядом с половыми органами. Так электромагнитное излучение почти перестанет воздействовать на тело. Примечательно, что СВЧ-излучение воздействует на предметы в радиусе 2-4 см. Учеными выяснено, что большую опасность представляют аналоговые

мобильники, чем цифровые. Сейчас аналоговые приборы почти не используются, что уже существенно сокращает риск для здоровья. Если у вас все еще старая аналоговая модель, рекомендуется отказаться от нее в пользу цифровой. Вред сотовых телефонов всегда можно снизить. Несмотря на опасность, исходящую от мобильного телефона, отказываться от прибора не стоит.

Список литературы

1. Аполлонский, С. М. Безопасность жизнедеятельности человека в электромагнитных полях / С.М. Аполлонский, Т.В. Каляда, Б.Е. Синдаловский. - М.: Политехника, 2008. - 264 с.
2. Ардашников, С.Н. Защита от радиоактивных излучений / С.Н. Ардашников, С.М. Гольдин, А.В. Николаев. - М.: 2012. - 245 с.
3. Б., Блейк Левитт Защита от электромагнитных полей / Б. Блейк Левитт. - Москва: Гостехиздат, 2017. - 448 с.

СОВЕРШЕНСОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЗДАНИИ СГУПС

М.Ю. Щербаков
СГУПС, p_v_75@mail.ru

В данном докладе рассмотрен вопрос совершенствования требований пожарной безопасности в СГУПСе. Выявлена и обоснована актуальность и необходимость совершенствования текущей пожарной системы. Поставлены и охарактеризованы настоящие проблемы системы пожарной безопасности в учебном заведении. На основе расчетов и инженерных идей приведены возможные решения проблем.

Ключевые слова: пожарная безопасность, СГУПС, актуальных, насколько проблем, возможные решения.

Проблема пожарной безопасности всегда являлась одной из самых актуальных проблем человечества. Обусловлено это тем, что с высокой периодичностью случаются инциденты, связанные с пожарами. В отдельных трагических случаях чрезвычайные происшествия становятся причиной смерти людей. В связи с этим, необходимо постоянно работать над повышением качества и эффективности систем и требований пожарной безопасности. Поскольку здание Сибирского Государственного Университета Путей

Сообщений, является образовательным учреждением, и каждый учебный день в нем находятся тысячи человек, значит, особое повышенное внимание должно уделяться вопросам пожарной безопасности.

По данным Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий в зданиях образовательных учреждений произошло в 2010 г. – 381 пожаров, в 2011 г. – 348, в 2012 г. – 333. [1]

На данный момент существует несколько проблем по пожарной безопасности в образовательном учреждении:

1. Сигнализация. Она в полностью рабочем состоянии, однако морально устарела и не соответствует современным стандартам. Требования к системе пожарной сигнализации подробно описываются в СП 5.13130.2009. Согласно требованиям, у пожарной сигнализации срок службы – 8 лет, по истечению которых она должна меняться. В СГУПСе установлена пожарная сигнализация разных годов выпуска, которой 10 и более лет на данный момент. Помимо этого, проводка сигнализации по требованиям должна быть негорючей, то есть быть в специальной оболочке.[2] В настоящем образовательном учреждении такая отсутствует, что является нарушением.

2. Отсутствие вытяжки в общежитии #3 СГУПС в кухонных помещениях. Главная проблема – задымленность из-за ее отсутствия. Окна часто не хватает для того, чтобы удалить дым из помещения. Высокая загруженность кухни: крыло примерно 60 человек на 4 кухонные плиты – приводит к задымленности на кухне и в коридоре.

3. Самовольная перепланировка здания, создание дополнительных помещений под аудитории. Пример: кафедра ГО и ЧС; ауд. 442 и тд. Следствие: нарушение требований пожарной безопасности, отсутствие должного естественного освещения, загромождение эвакуационных выходов.

Возможные решения:

1. Сигнализация. Замена старой на более современную. Онлайн расчет по параметрам СГУПСа подобрал наиболее подходящую систему пожарной сигнализации.[3] Компоненты для покупки (название/кол-во/марка): станция пожарной сигнализации: 2 (FX/RU) ; извещатель тепловой: 72 (ESMI5251EM); извещатель оптический дымовой низкий: 1292 (ИП-212-96 ESMI22); извещатель пожарный ручной адресный: 109 (MCP5ARP01FG-E010); цоколь монтажный стандартный: 1364 (B 501); блок локализации короткого замыкания: 59 (M200XE).

2. Вытяжка. Согласно расчетам (размеры кухни: длина 8м; ширина 4м; высота 2,5м) на каждую типовую кухню общежития нужна вытяжка с производительностью 960 м³/ч. Отличным решением будет испанская вытяжка HCM 225N, с производительностью 900 м³/ч, бюджетная, с низкими затратами на электроэнергию.

3. Решение проблемы самовольной перепланировки одно – освободить данные аудитории и убрать перегородки.

В заключение стоит сказать, что устранение приведенных замечаний по пожарной безопасности снизит индивидуальный пожарный риск, уменьшит время эвакуации и снизит количество ложных сработок пожарной сигнализации.

Список литературы

1. www.mchs.gov.ru (дата обращения: 27.04.18)
2. СП 5.13130.2009 "Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования"
3. Онлайн расчет системы пожарной сигнализации [Электронный ресурс]. URL: <http://www.esmisys.ru/online/index.php#result> (дата обращения 29.04.2018).

**СТАБИЛИЗАЦИЯ ГРУНТОВ ПОД ОСНОВАНИЯ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

И.О. Агафонов, А.А. Дятчина, О.А. Игнатова
Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин), oa_ignatova@mail.ru

В докладе показана эффективность применения золы бумажного производства в основании автомобильных дорог. Были проведены испытания образцов грунта с разным содержанием компонента, отслеживалась динамика изменения прочности образцов.

Ключевые слова: стабилизация грунтов, зола бумажного производства, изменение прочности

В современном дорожном строительстве весьма актуальна задача повышения несущей способности местных грунтов. Это позволяет существенно сократить затраты на закупку нерудных материалов, а в некоторых ситуациях и полностью отказаться от использования песка и щебня, увеличить скорость проведения работ относительно традиционных методов устройства дорог, при этом существенно улучшить качество и долговечность дорожного основания.

В данной работе в качестве стабилизатора грунта использована комплексная добавка, состоящая из цемента, золы бумажного производства и извести. В ходе выполнения работы были изготовлены образцы диаметром 5 см и длиной 10 см., количество стабилизатора составляло 0, 2, 4, 6, 8, 10%; частота проведения испытаний: 0, 3, 7, 14, 21, 28 дней;

При проведении испытаний был получен максимальный прирост прочности при содержании стабилизатора 6%, при этом максимальная прочность составила 399 кПа. Данные результаты позволяют экономически эффективно использовать комплексную добавку при устройстве основания под автомобильные дороги.

Таблица 1 - Прочность на сжатие стабилизированных грунтов

Содержание стабилизатора (%)	Одноосная прочность на сжатие (кПа)					
	Количество дней					
	0	3	7	14	21	28
0	0,8	2	4	12	70	81
2	2	4	7	21	77	121
4	6,2	19	43	78	166	216
6	23	103	127	147	279	399
8	23,8	103	150	154	295	419
10	24	133	162	203	322	460

Таблица 2 - Изменение прочности стабилизированных грунтов

Содержание стабилизатора (%)	Изменение прочности во времени (%)					
	Количество дней					
	0	3	7	14	21	28
0	0	0	0	0	0	0
2	1,50	1,00	0,75	0,75	0,10	0,49
4	5,25	7,50	9,00	4,75	1,27	1,17
6	21,00	42,00	21,00	5,75	1,61	2,26
8	1,00	0,00	5,75	0,58	0,23	0,25
10	0,25	15,00	3,00	4,08	0,39	0,51

Список литературы

1. Автомобильные дороги и мосты, строительство конструктивных слоев дорожной одежды из грунтов, укрепленных вяжущими материалами. Обзорная информация. Выпуск 3. – Москва, 2007.

Данная работа выполнена на базе Инчонского Технологического университета. Республика Корея

ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАГРУЗКИ СОРТИРОВОЧНЫХ УСТРОЙСТВ СТАНЦИИ И

Н.Б. Александрова, Н.А. Граматунова, В.А. Леонтьева
Сибирский государственный университет путей сообщения,
bonny4@mail.ru

Для обеспечения безотказного функционирования сортировочных систем необходимо равномерное распределение работы между ними. Оперативное управление разборочным потоком- одна из основных мер по перераспределению загрузки.

Ключевые слова: оперативное управление, сортировочная станция, угловые вагонопотоки

Сортировочные станции с двумя сортировочными комплектами предназначены для переработки значительных вагонопотоков, поэтому дополнительная загрузка путевого развития и устройств, которая появляется из-за повторной сортировки вагонов, меняющих направление следования, снижает показатели станции и эффективность её работы [1].

В настоящее время изменилось направление следования вагонопотоков по дорогам России - увеличился объем перевозок в восточном направлении, что привело к увеличению загрузки менее оснащенной четной системы, на долю которой выпадает больший объем работы.

Для выполнения показателей работы станции и обеспечения своевременного приема поездов следует принять меры для равномерного распределения объема работы между системами.

Одной из особенностей работы двусторонней станции является двойная переработка углового вагонопотока. Из четной системы в нечетную за сутки передается около 700 угловых вагонов.

Для определения структуры прибывающих поездов был проведен анализ всех телеграмм-натурных листов за несколько смен и установлено, что наибольшее количество угловых вагонов поступают в передаточных и вывозных поездах, формируемых на станциях узла. Из диаграммы на рисунке 1 видно, что угловые вагоны составляют более половины состава в 40 % передаточных поездов.

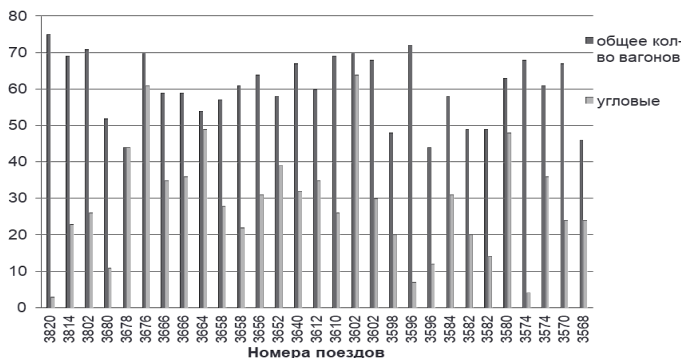


Рисунок 1 – Доля угловых вагонов в передаточных поездах, прибывающих в четную систему

С целью уменьшения углового вагонопотока, передаваемого в соседнюю систему, возможно применение двух мер - дублирование формирования поездов в системах, а также прием разборочных поездов в ту или иную систему в зависимости от числа угловых вагонов в составе и складывающейся эксплуатационной обстановки [2].

Анализ величины угловых вагонопотоков по назначениям плана формирования показал, что применение дублирования нецелесообразно, так как мощности отдельных назначений незначительные.

Оперативное управление разборочным потоком базируется на заданной минимальной доле угловых вагонов в составе. Принимать разборочные поезда в нечетную систему выгодно, если дополнительные затраты при этом будут меньше экономии вагоно-часов по четной системе /1/, что выражается неравенством:

$$\Delta m(t_{пп1} + t_{рф1} + t_{уг1}) > [(1 - \psi_2)m - \Delta m](t_{пп2} + t_{рф2} + t_{уг2}). \quad (1)$$

Расчетом установлено, что при существующих показателях работы обеих систем выгодно принимать сразу в нечетную систему четные поезда с долей угловых вагонов 50 % и более. Рациональное распределение объема переработки даст возможность уменьшить двойную переработку и целесообразно использовать имеющиеся мощности.

Список литературы

1. Инструктивные указания по организации вагонопотоков на железных дорогах ОАО «РЖД». – М.: «Техинформ», 2007. – 527 с.
2. Граматунова Н.А., Леонтьева В.А. Повышение эффективности сортировочной работы на станции И. - Перспективы науки – 2017: Сборник докладов VII Международного заочного конкурса научно-исследовательских работ. Том 2 / Казань: ООО «Рóкета Союз», 2017. – с. 72-76

НАЗНАЧЕНИЕ ДОПУСТИМЫХ КЛАССОВ ЭТАЛОННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

В.С. Алиндеева, А.Н. Иванов

**Сибирский государственный университет путей сообщения,
a.n.ivanov1@mail.ru**

В работе изложены результаты расчетов грузоподъемности железобетонных пролетных различной длины с целью выявления теоретической зависимости между классами эталонных транспортных средств и подвижной нагрузки по схеме АК.

Ключевые слова: грузоподъемность, класс нагрузки, железобетонное пролетное строение, эталонные транспортные средства

В настоящее время на федеральных автомобильных дорогах России эксплуатируется более шести тысяч мостов. Для установления фактического технического состояния мостовых сооружений и назначения режима эксплуатации периодически проводят их обследования и определяют грузоподъемность. По результатам расчета грузоподъемности вычисляют допустимые классы подвижных нагрузок. Согласно указаниям ОДМ 218.4.025-2016 [1] в расчетах грузоподъемности рассматривают только три типа подвижных нагрузок – АК, НК и ЭН₃. Но зачастую требуются рекомендации на пропуск иных нагрузок с большим количеством осей. Прямой расчет грузоподъемности под все возможные типы нагрузок достаточно трудозатратен. В этом случае можно воспользоваться рекомендациями ОДН 218.0.032-2003 [2], в котором приведены значения предельных масс эталонных транспортных средств для пропуска по мостам, запроектированным под нагрузку А11. Однако никакой поясняющей информации к приведенным значениям нет, а потому остается неясным, для каких несущих конструкций определены эти значения и

как учтена пространственная работа этих конструкций, что особенно важно для автодорожных мостов.

Цель исследования – установление теоретической зависимости классов эталонных транспортных средств с различным количеством осей от класса нагрузки АК для железобетонных пролетных строений с учетом их пространственной работы.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1) создание моделей пролетных строений с использованием ПК Midas Civil 2018 v1.2;

2) поиск невыгодного положения нагрузки в поперечном направлении;

3) определение изгибающих моментов в расчетном сечении от исследуемых нагрузок;

4) обработка результатов.

В программном комплексе Midas Civil были созданы модели пролетных строений длиной от 9 до 18 метров с балками таврового сечения. Шаг балок в поперечном направлении рассмотрен в диапазоне от 1,5 м до 1,9 м под наиболее распространенный на сети федеральных автомобильных дорог России габарит Г-11,5.

Модели были загружены нагрузками АК и нагрузками от эталонных транспортных средств в штатном режиме, что отражает наиболее частый режим движения транспортных средств.

В качестве эталонных транспортных средств рассмотрены транспортные средства из [2] с количеством осей от двух до шести. При этом масса эталонных транспортных средств была принята равной одной тонне, а класс нагрузки АК – равным единице.

В результате исследования выяснилось, что при габарите Г-11,5 на длинах пролета от 9 м до 18 м различный шаг балок оказывает незначительное влияние на предельно допустимую массу транспортного средства. Полученные значения коэффициентов соотношения классов эталонных транспортных средств с классами нагрузки АК оказались выше значений, приведенных в [2]. Это свидетельствует о том, что предельные массы эталонных транспортных средств для пропуска по мостам, запроектированным под нагрузку А11, получены без учета пространственной работы конструкций. В связи с этим в дальнейшем планируется провести аналогичные расчеты для других конструктивных решений пролетных строений и более широкого диапазона длин для уточнения значений приведенных в ОДН 218.0.032-2003.

Список литературы

1. ОДН 218.0.032-2003. Временное руководство по определению грузоподъемности мостовых сооружений на автомобильных дорогах // РОСДОРНИИ. – М.: ИПК «Издательство стандартов», 2003. – 177 с.
2. ОДМ 218.4.026-2016. Рекомендации по определению грузоподъемности эксплуатируемых мостовых сооружений на автомобильных дорогах общего пользования. Бетонные и железобетонные конструкции // ФГБОУ ВПО СГУПС. – М.: ФГУП «Информавтодор», 2016. – 154 с.

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ЛЕБЕДКИ ДЛЯ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ПАКЕТОВ ЗВЕНЬЕВ УКЛАДОЧНОГО КРАНА УК-25/9-18

В.Н. Анферов, Д.И. Швында

**Сибирский государственный университет путей сообщения,
dish95@rambler.ru**

В докладе представлено обоснование применения спиройдного редуктора вместо червячного в лебедке для передвижения пакетов звеньев рельсошпальной решетки укладочного крана УК-25/9-18.

Ключевые слова: укладочный кран, спиройдная передача, спиройдный редуктор

Укладочный кран УК-25/9-18 предназначен для укладки и разборки пути отдельными звеньями массой до 18 т длиной до 25 м, как с деревянными, так и с железобетонными шпалами при ремонте эксплуатируемых и строительстве новых железных дорог.

Лебедка для передвижения пакетов (Рисунок 1) является одним из основных механизмов, от работоспособности которого зависит надежность укладочного крана в процессе эксплуатации.

В состав лебедки входят [1]: электродвигатель 1, выходной вал которого цепной муфтой 2 соединен с быстроходным валом червячного редуктора 3. С выходного вала редуктора момент передаётся через зубчатую передачу 7-9 на барабан 10 при включении кулачковой муфты 8.

простота сборки; возможность использования менее дорогих и недефицитных материалов: безоловянистых бронз, латуней и сталей.

Следует также отметить, что технология изготовления цилиндрической спироидной передачи не сложнее червячной: для изготовления спи-роидных передач достаточно иметь широко распространенные в промышленности токарно-винторезные, резьбо-шлифовальные и зуборезные станки.

Применение спироидного редуктора в описанной выше лебедке обеспечит повышение ресурса, позволит снизить затраты на техническое обслуживание и ремонт, улучшит технические характеристики лебедки.

Список литературы:

1. Укладочный кран УК-25/9: Техническое описание и инструкция по эксплуатации / Мин-во путей сообщения СССР, Главное управление пути, Проектно-технологическо-конструкторское бюро. М., 1975. 160 с.
2. Корнеев Ю.В, Митрошин Д.А. Целесообразность применения спироидных передач в механизмах подъемно-транспортных машин // Международная научно-практическая конференция «Совершенные техника и технологии»: Сб. статей. Томск, 2008. С. 307–309.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА СТАНЦИИ «ЧЕРЕПАНОВО»

С.В. Баталов, Н.В. Оришук, А.А. Бондарчук
Новосибирский техникум железнодорожного транспорта,
esanto_90@mail.ru

В данной работе предлагается наиболее эффективный и актуальный способ закрепления подвижного состава на путях станции «Черепаново», так как вопросы безопасности движения и безопасности работников во время выполнения должностных обязанностей, а именно тех работников, которые отвечают за закрепление подвижного состава на станционных путях, стоят наиболее часто.

Ключевые слова: подвижной состав, закрепление, тормозные башмаки, упор тормозной стационарный

Целью работы является совершенствование технологии закрепления подвижного состава на станции Черепаново с помощью УТС-380.

По основному характеру работы станция Черепаново является участковой, по объему и сложности выполняемых работ отнесена к станции 2-го класса. Станция является стыком двух родов тока - постоянного и переменного, оборудована маршрутно-релейной централизацией стрелок и сигналов. С четного направления прилегает однопутный перегон Безменово–Черепаново оборудованный двухсторонней автоматической блокировкой.

На участке Новосибирск-Черепаново обращаются грузовые локомотивы серий ВЛ-10, ВЛ-10к, ВЛ-10у, ВЛ-11, ВЛ-10 СМЕТ, пассажирские ЧС-2, ЭП-2К. На участке Черепаново-Алтайская обращаются грузовые локомотивы серий ВЛ-80с, ВЛ-80т, пассажирские ВЛ-80с, ЭП-1.

Станционная площадка размещается на уклоне 2,5 тысячных в сторону Безменово.

На станции Черепаново в закреплении составов поездов участвуют с четной горловины – сигналист второго поста, а с нечетной – сигналист первого поста. Основные способы закрепления: с нечетной горловины – это всегда закрепление состава тормозными башмаками, а с четной горловины либо тормозными башмаками, либо УТС – 380 (Упор тормозной стационарный, далее УТС).

УТС – 380 предназначен для механизированного закрепления подвижного состава на стационарных путях. Упоры устанавливаются на рельсах Р65. УТС-380 представляет собой двухрельсовую конструкцию, воздействующую на круг катания одной колесной пары закрепляемого вагона, и содержит по одной металлической колодке на каждом рельсе, наглухо скрепленных болтами с двуплечными рычагами, которые шарнирно насажены на неподвижные оси, а эти оси расположены вдоль рельса и укреплены на его шейке.

Мы предлагаем на станции Черепаново в четной горловине установить комплекс технических средств, а именно добавить еще по одному УТС на каждый путь (пути: 2, 4, 6, 8, 10). Таким образом, будет закрепляться УТС одна вагонная тележка, и установить камеры непосредственно в зоне действия УТС для контроля поднятия УТС и закрепления составов поездов.

Данное предложение по совершенствованию технологии закрепления позволит сократить среднесуточный простой транзитного поезда на станции в ожидании закрепления по расчетам на 9 минут, решение позволит вывести работника станции из опасной зоны и

минимизирует человеческий фактор, влияющий на закрепление, следовательно, это предложения будут влиять на безопасность движения поездов, что является основой для организации движения и перевозок на железнодорожной станции.

Список литературы

1. Бородулин В.И. Разработка и обоснование характеристик фрикционно-рельсовой системы торможения подвижного состава на станционных путях. – Самара – 2012, 139 с.
2. Развитие технических средств обеспечения безопасности станционных процессов. Учебное пособие – М.: - МИИТ, 2013.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЕЙ ТРЕНАЖЕРА МАШИНИСТА УКЛАДОЧНОГО КРАНА

Э.С. Бондарев, Д.В. Ермакова, А.В. Шаповалов, Н.А. Маслов
Сибирский государственный университет путей сообщения,
namaslov@mail.ru

В рамках работ, выполняемых по гранту ОАО РЖД для создания электронного учебника и тренажера «Укладочный кран УК-25/9-18» разработаны модули электронного курса обучения машиниста крана (разделы электронного учебника, в т.ч. видеоуроки с аудио сопровождением, конспекты лекций, словарь терминов, тестовые задания); модули тренажера-симулятора путеукладочного крана (3D модели элементов и крана; сценарии уровней игры-симулятора крана - техническое задание для программистов).

Ключевые слова: укладочный кран, электронный учебник, видео урок, тренажер машиниста

Цель работы: создание модулей системы обучения машинистов укладочного крана УК-25/9-18 (работа выполняется по гранту ОАО «РЖД» и гранту СГУПС на выполнение НИРС).

Задачи работы: разработка модулей электронного курса обучения машинистов кранов (разделы электронного учебника, в т.ч. сценарии видеоуроков, озвучивание видео уроков; разработка тестовых заданий по разделам); разработка модулей тренажера-симулятора путеукладочного крана (3D моделирование элементов крана; сценарии уровней игры-симулятора крана); оценка эффективности практического применения системы обучения машинистов укладочного крана УК-25/9-18 на производстве.

Машинистов укладочного крана можно готовить двумя способами. Сегодняшнее обучение заключается в использовании реальной машины. Использование учебного тренажера в практической подготовке машинистов повышает эффективность обучения и значительно снижает затраты на подготовку специалиста по этой рабочей профессии.

Система обучения для машинистов укладочного крана разработана с учетом требований учебных планов и программ для профессионального обучения по профессии машинист железнодорожно-строительных машин (ЖДСМ) ОАО «РЖД». Система обучения соответствует темам предмета специального курса «Управление, техническое обслуживание и эксплуатация ЖДСМ»: эксплуатация и управление краном (десять лабораторно-практических занятий). По теме «Управление железнодорожно-строительной машиной» система обучения обеспечивает: запуск двигателя, контроль работоспособности систем узлов и агрегатов, опробование тормозов; начало движения, разгон, торможение, остановку, реверсирование движения; перевод крана в рабочее и транспортное положение; управление краном, силовой установкой, отдельными рабочими узлами, механизмами и системами. Система обучения обеспечивает управление краном во время укладки железнодорожного пути с двух постов управления (пост управления экипажной частью крана и пост управления крановым оборудованием), двумя машинистами. Управление краном включает управление: низковольтной схемой экипажной части; высоковольтной схемой экипажной части; тормозным оборудованием; низковольтной схемой кранового оборудования; высоковольтной схемой кранового оборудования; гидравлическим оборудованием.

Методы исследований: компьютерное моделирование, анализ, классификация, формализация и прогнозирование. Полученные результаты: модули электронного курса обучения машиниста крана (10 разделов электронного учебника, в т.ч. 10 видеоуроков с аудио сопровождением, 10 конспектов лекций, словарь терминов, 120 тестовых заданий); модули тренажера-симулятора путеукладочного крана (3D модели элементов и крана; сценарии 10 уровней игры-симулятора крана - техническое задание для программистов). Ожидаемые результаты: оценка эффективности практического применения системы обучения машинистов укладочного крана УК-25/9-18 на производстве (рекомендации по устранению недостатков в подготовке машинистов); снижение затрат на подготовку квалифицированных специалистов для ОАО РЖД.

Апробация и внедрение работы: основные положения и результаты работы представлены на университетских (НИМ-2017, ДН-2018), межвузовских и международных конференциях (Научное сообщество студентов XXI столетия; Подъемно-транспортные, строительные, дорожные, путевые машины и робототехнические комплексы), научно-практических семинарах и выставках (Технико-экономические советы ЗСЖД, Учсиб-2018); получен студенческий грант на выполнение НИРС (Э. С. Бондарев); участие в апробировании системы обучения машинистов укладочного крана УК-25/9-18 в СГУПС при подготовке специалистов по наземным транспортно-технологическим средствам (в т.ч. на базовой кафедре «Устройство и эксплуатация путевых машин» (ПМС-20, ст. Крахаль).

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАРКА ПУТЕВЫХ МАШИН

Э.С. Бондарев, О.А. Шаламова

**Сибирский государственный университет путей сообщения,
bondareff.edik@yandex.ru**

Сегодня эксплуатация путевых машин представляет собой сложный производственный процесс с проведением тяжелых видов ремонта до сервисного обслуживания, который затрагивает разные структуры инфраструктуры железной дороги. Сервисное обслуживание включает в себя проведение текущих ремонтов, а также техническое обслуживание первого и второго объемов.

Основным персоналом, выполняющим набор работ по техническому обслуживанию путевых машин, является обслуживающая бригада путевой машины, что не позволяет качественно реализовать техническое сопровождение путевой машины в течение всего жизненного цикла.

В работе выполнены расчеты (парка мобильных ремонтных мастерских, состава бригад рабочих, осуществляющих техническое обслуживание путевой техники в полевых условиях), а также составлены схемы оптимальных маршрутов движения мобильных средств.

Ключевые слова: техническое обслуживание, техническая эксплуатация, путевые машины, мобильные средства, оптимальный маршрут

Техническая эксплуатация и проведение в стационарных условиях технического обслуживания парка путевых машин осуществляется доставкой их к местам проведения работ, ремонта и сервисного обслуживания соответственно как своим ходом, так и за счет локомотива. При этом затрачивается большое количество времени на перемещение путевой техники, т.к. она движется со средней скоростью до 40 км/ч, а расстояние до места стационарного пункта технического обслуживания (ТО) может достигать до 500 км. Если транспортировка осуществляется за счет тяги локомотива, то это будет стоить больших финансовых затрат, а также не исключены задержки и простои железнодорожного транспорта.

Проведя анализ парка путевой техники на одной из станций Западно-Сибирской железной дороги, были сделаны следующие выводы. Во-первых, имеющийся парк путевой техники, состоящий из 78 единиц, проходит техническое обслуживание в структурных подразделениях железных дорог, которые могут обеспечить техническое обслуживание только на участках производства ремонта и сервисного обслуживания, но не в полевых условиях из-за отсутствия мобильных ремонтных мастерских.

Во-вторых, перебазировка путевой техники на стационарный пункт ТО осуществляется тягой локомотивов, что приводит к увеличению эксплуатационных расходов. Так, например, за летний период в 2015 и 2016 годах эксплуатационные расходы достигают 70 млн. руб.

Для решения всех вышеперечисленных проблем предлагается спроектированная мобильная ремонтная мастерская (МРМ) на базе шасси ЗИЛ 5301ТО, которая позволит выполнять следующие виды работ: слесарные, грузоподъемные, газорезательные, электросварочные, маслозаправочные и покрасочно-восстановительные.

МРМ оснащена: механической лебедкой, силовым генератором, кран-манипуляторными установками, автономными отопителями и кондиционерами воздуха.

Расчетное количество ТО в сутки для летней техники равняется четырем, а для зимней – двум, т.к. они работают в разное время года. В расчётах количество МРМ принято по летнему периоду ТО. Таким образом, чтобы осуществить ТО в полевых условиях нужно время на транспортировку оборудования и бригады ремонтных рабочих, т.е. пока одна машина направляется к месту проведения ТО, другая уже проводит ремонтные работы. Учитывая это условие, минимальное необходимое количество МРМ принято 8 единиц.

Полученные расчеты позволяют сформировать наиболее оптимальное количество человек в бригаде. Учитывая полученные данные, принято, что в состав бригады войдут: слесарь, дизелист, электрик (наладчик), бригадир (мастер), сварщик и водитель.

В итоге были достигнуты следующие результаты:

1. Для обеспечения непрерывной работы путевой техники и качественное ТО необходимый парк мобильных ремонтных мастерских должен составлять 8 единиц.

2. Разработаны схемы маршрутов, учитывающие минимизацию холостых пробегов для путевой техники. Получены схемы трех радиальных маршрутов.

3. Рассчитаны капитальные затраты на приобретение МРМ, которые составили 9,24 млн. руб., а также затраты на оснащение одного мобильного средства оборудованием и инструментом – 251 тыс. руб.

Список литературы

1. Инструкция по техобслуживанию. Подбивочный экспресс 09-3Х Динамик. Линц., 2010. 170 с.
2. Положение о системе планово-предупредительного ремонта специального железнодорожного подвижного состава и механизмов инфраструктурного комплекса ОАО «РЖД». М., 2014.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСИЛЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ МОСТОВ

А.В. Борман, М.О. Ящук, Л.А. Яшинов

**ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей
сообщения» и ФГБОУ ВО «Сибирский государственный
университет путей сообщения», maxum1986@gmail.com**

Представлены данные о возможности повышение эффективности применения композиционных материалов для усиления железобетонных пролетных строений мостов. Обобщены положительные факторы от преднапряжения композиционных материалов.

Ключевые слова: полимерные композиционные материалы, мосты, усиление, железобетонные балки, гидравлический домкрат, повышение и восстановление несущей способности

На территории Российской Федерации находится в эксплуатации более 50% пролетных строений железобетонных мостов с различными неисправностями. Многие из неисправностей могут снижать их срок эксплуатации, а в критическом случае их несущую способность. Причины образования повреждений и дефектов могут быть различными, например: агрессивное воздействие окружающей среды на мостовые балки, силовые удары от негабаритных транспортных средств по нижней грани пролетного строения моста, нарушение технологии изготовления типовых пролетных строений.

В лаборатории «Мосты» СГУПСа на протяжении последних 10 лет проводятся исследования усиления композиционными материалами мостовых элементов. Неоднократно было подтверждено, что с экономической и физической точки зрения для восстановления несущей способности и продления срока эксплуатации пролетных строений мостов эффективно использовать современные технологии усиления композиционными материалами (КМ) вместо замены пролетных строений на новые или использования старых технологий усиления (например: усиление сталью).

Для усиления железобетонных балок пролетных строений мостов используют ламели и холсты в качестве основы, которых, инновационные углеродные волокна. Композиционный материал усиления располагают на нижнем поясе балки. Следующим этапом развития применения полимерных композиционных материалов в качестве усиления железобетонных пролетных строений мостовых сооружений следует считать предварительное напряжение композиционных материалов.

В рамках обзора литературы и проведения эксперимента по применению предварительно напряженных композиционных материалов для усиления пролетных строений имеет следующие преимущества:

- обеспечивается более жесткое поведение бетона сжатой зоны сечения, при этом увеличивается момент сопротивления сечения [1];
- улучшается эксплуатационное состояние усиливаемого пролетного строения благодаря меньшему трещинообразованию;
- возможность увеличить допустимую нагрузку на пролетное строение при которой внутренняя рабочая арматура начинает испытывать пластические деформации;
- необходимая степень усиления пролетного строения происходит применением композиционного материала меньшей площади поперечного сечения по сравнению с ненапряженными материалами;

Схематичное усиление железобетонного пролетного строения моста преднапряженными композиционными материалами показано на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема усиления преднапряженными ПКМ железобетонных лабораторных образцов

Анализ применения данной технологии и технического состояния железобетонных пролетных строения мостов показывают на необходимости в усилении эксплуатируемых мостов преднапряженными композитными материалами.

Список литературы

1. Шилин, А.А. Внешнее армирование композиционными материалами/ А.А.Шилин, В.А. Пшеничный/ Стройиздат. - Москва, 2007 - С. 111-114.
2. Бокарев С.А., Ящук М.О. Усиление железобетонных пролетных строений мостов преднапряженными полимерными композиционными материалами // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения, 2016. – № 1. – С. 98-107.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕВОЗКИ И ХРАНЕНИЯ УГЛЯ

Н.В. Гаинцева, Е.П. Шабалина, Е.С. Жендарева

**Сибирский государственный университет водного транспорта
gendareva@yandex.ru**

Угольная промышленность является перспективным звеном в развитии экономики нашей страны. Большинство предприятий используют устаревшие и непредназначенные терминалы для работы с углём. На сегодняшний день перевалка угля требует создания современных специализированных угольных терминалов.

Ключевые слова: уголь, порт, перевалка, специализированная техника, терминал, технологии

Уголь – один из главных экспортных российских грузов, поставляемых за рубеж через морские порты. Он отправляется зарубежным потребителям через терминалы в двух разных частях страны: в Находке (Восточный порт) и вблизи Санкт-Петербурга (порт Усть-Луга).

Уголь можно разгружать экскаватором, а потом грузить на судно грейферным краном. Так работают многие порты; но это не единственный способ перевалки угля, и далеко не самый эффективный [1].

Обязанность очистить уголь от мусора, раздробить слишком большие куски, сохранить уголь чистым лежит на порте. Чтобы все это сделать порт должен иметь специализированную технику, рассчитанную на перевалку угля и никакого другого груза. Это требует создание современных специализированных терминалов, которые способны обеспечить надежную экологическую защиту [2].

Отличительной особенностью предлагаемых мобильных роторных установок является их высокое качество. Установки способны непрерывно работать на протяжении длительного времени, обеспечивая наивысшую производительность. Они универсальны по своему назначению и могут применяться для крупного, среднего и мелкого дробления мягких и средних по прочности горных пород и строительного лома.

Такие терминалы есть в России на территории Мурманского порта и успешно работают.

Самым перспективным регионом по экспорту угля был и остается Дальний Восток. Большинство дальневосточных портовых терминалов занимаются именно перевалкой угля. Однако используются самые дешевые технологии: уголь выгружают из железнодорожных вагонов открытым способом, что приводит к распространению угольной пыли на территорию и акваторию порта, а также его окрестностей [3].

К современным установкам можно отнести систему пылеподавления «Сухой туман», которая успешно используется в АО «Восточный порт».

В этом году Правительство Российской Федерации подчеркивает необходимость строительства специализированных угольных терминалов и использование наилучших доступных технологий. В АО «Восточный порт» инвестировано 1118 млн. руб. на реализацию текущих мероприятий.

Опыт АО «Восточный порт» доказал: безопасная перевалка угля – это не дело будущего, а то, что уже частично применяется на практике.

Хотя большинство проектов по созданию современных угольных терминалов в Российской Федерации пока остаются лишь на бумаге.

Список литературы

1. Назначение и классификация вагоноопрокидывателей [Электронный ресурс]. – URL: <http://cargowork.ru/naznachenie-i-klassifikaciya-vagonooprokidyvatelej>
2. Как отгружают уголь в морских портах [Электронный ресурс]. – URL: <http://deckofficer.ru/news/item/coal>
3. Наилучшие мировые технологии перевалки угля [Электронный ресурс]. – URL: <https://rg.ru/2017/09/05/reg-dfo/nailuchshie-mirovye-tehnologii-perevalki-uglia-uzhe-primeniautsia-v-rossii.html>

РАЗРАБОТКА РАБОЧЕГО ОРГАНА ПНЕВМОЩЕБНЕОЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ СТАНЦИЙ

В.А. Глотов, А.Б. Фокин

**Сибирский государственный университет путей сообщения,
v.glotov@ngs.ru**

В докладе рассмотрены проблемы уборки балласта на железнодорожном транспорте и предложена новая конструкция рабочего органа пневматической щебнеочистительной машины

Ключевые слова: путевые машины, щебнеочистительные машины, пневматическое оборудование, железнодорожный транспорт

Для очистки и вырезки щебеночного балласта на железной дороге применяются щебнеочистительные машины с механическими рабочими органами (ЩОМ-6БМ, СЧ-601, РМ-80, РМ-2002), неспособные выполнять работу на железнодорожных станциях и в стесненных условиях из-за больших габаритов рабочих органов [1].

Для вырезки балласта на станциях с большим количеством стрелочных переводов и рельсовых пересечений, а также при работе в стесненных условиях (в тоннелях и на мостах, имеющих ограничения по габаритам подвижного состава) целесообразнее применять пневматические щебнеочистительные машины.

В настоящее время для уборки щебня и засорителей на стрелочных переводах, в тоннелях и на мостах применяются вакуумные уборочные

машины (МВУ-18000, RAILVAC FATRA 17000U, COMPELVAC 500 RD), имеющие ряд существенных недостатков:

- нехватка мощности всасывания при уборке уплотненного или мерзлого балласта без предварительного его разрыхления;
- забор балласта под шпалой невозможен или затруднен;
- наличие герметичной вакуумной емкости с разряжением до 80 кПа, создаваемым дорогостоящим двухроторным ротационным вакуумным насосом, усложняет и удорожает конструкцию машины.

Для решения проблемы вырезки и очистки балласта на станционных путях и в стесненных условиях на кафедре «ППСДМ» СГУПС разработан эскизный проект пневмощебнеочистительной машины ПЩМС с рабочим органом, конструкция которого обеспечивает:

- дополнение пневматического воздействия на балласт механическим воздействием – рыхлением;
- поворот механизма рыхления для забора балласта под шпалой;
- нагнетательный способ транспортирования убранного материала.

Рабочий орган машины ПЩМС (рисунок 1) состоит из механизмов привода, рыхления, заглубления, поворота, телескопирования и всасывающего трубопровода.

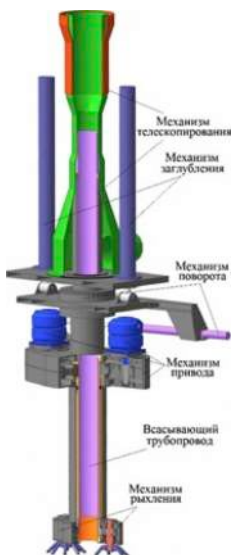


Рисунок 1 – Рабочий орган машины ПЩМС

Механизм привода состоит из гидромоторов, зубчатой передачи и полого вала-трубы, передающего крутящий момент к механизму рыхления, связанному кожухом с приводом.

Механизм рыхления посредством вала-трубы, зубчатой передачи и двух валов с рыхлительными головками разрыхляет уплотненный балласт.

Механизм заглубления за счет гидроцилиндров, подвижной и неподвижной плит выполняет заглубление рыхлителя в балласт.

Механизм поворота разворачивает механизм рыхления на угол 90° гидроцилиндром, связанным с подвижной плитой и механизмом привода. Механизм привода опирается на подвижную плиту через подшипниковый узел, позволяющий

ему вращаться вокруг вертикальной оси.

Внутри вала-трубы проходит всасывающая труба, по которой разрыхленный балласт всасывается и транспортируется в накопительный бункер. Телескопирование осуществляется перемещением всасывающей трубы по направляющей трубе.

Вместо двухроторного вакуумного насоса и вакуумной емкости применена напорная система пневмотранспорта, включающая промышленный электровентилятор, конфузор, жесткие и гибкие напорные трубопроводы, что упрощает и удешевляет конструкцию машины.

Список литературы

1. Путьевые машины: Учебник для вузов ж.-д. транс./ М.В. Попович, В.М. Бугаенко, Б.Г. Волковойнов и др. Под ред. М.В. Поповича, В.М. Бугаенко. – М.: Желдориздат, 2007. – 756 с.

МЕТОДИКА ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ ДРОССЕЛЕЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ ГИДРОУДАРНОГО УСТРОЙСТВА

Л.В. Городилов, П.С. Купров, Н.Ю. Ключова
Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин), gor@misd.ru

Разработана методика экспериментального определения параметров дроссельного управления распределителем гидроударного устройства «с задержкой движения бойка». Проведен испытания и получены характеристики трех пар дросселей. В программном комплексе Simulation X разработана модель системы, соответствующая проведенному эксперименту, произведены расчеты, результаты которых сравниваются с экспериментальными данными.

Ключевые слова: гидроударное устройство, распределитель, камера управления, давление задержки, дроссель, эксперимент

Основной целью научной работы была разработка методики экспериментального определения параметров дроссельного управления распределителем гидроударного устройства «с задержкой движения бойка».

Суть заключается в следующем: в гидроударном устройстве «с задержкой» боек в начале обратного хода начинает двигаться (начинается рабочий цикл) после достижения давлением в системе

заданной величины, далее называемой давлением задержки $p_{[3]}$ [1]. Таким образом, к началу обратного хода в аккумуляторе устройства накапливается энергия, достаточная для поддержания в течение цикла давления в гидросистеме, необходимого для получения требуемой энергии удара.

Для регулировки давления задержки возможно использование способа, предложенного в патенте [2], в котором в распределительном устройстве устанавливаются дроссели, соединяющие его камеру управления с напорной и сливной линиями. Результатом регулировки их проходных сечений служит изменение перехода распределителя к состоянию, в котором камера прямого хода ударного устройства соединяется со сливом и начинается фаза обратного хода бойка (начинается рабочий цикл).

Также, была проведена разработка методик экспериментального определения и численного расчета в программном комплексе Simulation X параметров дросселей распределителя гидроударного устройства с задержкой движения бойка в начале обратного хода.

Результатом работы является разработка устройства, моделирующее работу дросселей распределителя гидроударной системе и отработка методики эксперимента с регистрацией их режимных характеристик. Также были проведены испытания и калибровка трех пар дросселей, в которых определяли настройку регулируемого дросселя, соединяющего камеру управления распределителя с напорной линией таким образом, чтобы при разных давлениях в напорной линии давление в камере управления оставалось заданным. В программном комплексе Simulation X была построена расчетная схема, максимально приближенная к физической модели дросселей, и проведены расчеты течения жидкости через них, получены их режимные характеристики.

В процессе сравнения экспериментальных и расчетных результатов установлено их большое расхождение, что может быть обусловлено: неточностью изготовления шайб нерегулируемого дросселя; неточностью изготовления иглы регулируемого дросселя и погрешностями измерения ее хода; некоторым упрощением расчетной модели системы дросселей.

В связи с этим было выявлено, что при использовании таких дросселей в гидроударных устройствах необходима их индивидуальная калибровка и составления специальных паспортов.

Список литературы

1. Патент РФ №2230189. Гидравлическая ударная машина (варианты) / Голдобин В.А., Городилов Л.В., Пашина О.А..Опубл. 10.06.2004, Бюл. № 16.
2. Патент РФ ПМ № 165144. Распределитель гидравлических ударных устройств (варианты) / Л. В. Городилов, О. А. Пашина, В. Г. Кудрявцев // Опубл. в БИ — 2016. — № 28. 5 с.
3. Городилов Л.В., Чернавин Л.Л. Методика выбора параметров распределителя гидроударного устройства // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. – 2017. – № 1, Т. 1. – С. 5-10.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ КОНСТРУКЦИИ ПРИ НАГРУЖЕНИИ МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ ТЕРМОГРАФИИ

В.С. Горячкин, Л.Ю. Соловьев

**Сибирский государственный университет путей сообщений,
lys111@yandex.ru**

Целью работы является исследование экспериментальной зависимости изменения температуры конструкции при ее внешнем нагружении. В ходе работы обработаны результаты динамических испытаний, создана конечно-элементная модель образца, определены эмпирические зависимости температуры от напряжений.

Ключевые слова: ИК-термография, усталостные трещины, металлические мосты

Изучение возможности применения ИК-термографии для обследования металлических конструкций является актуальной проблемой, так как ИК-термография имеет ряд существенных преимуществ перед существующими методами диагностики дефектов.

Целью работы является выявление экспериментальной зависимости между изменениями температуры образца при нагружении и напряжениями в упругой стадии работы.

Задачи, решаемые в процессе исследования: обработка результатов динамических испытаний двутавровой балки с заранее выращенной усталостной трещиной; создание КЭ-модели; анализ полученных результатов и поиск зависимости температуры от напряжений.

Согласно термоупругому эффекту Кельвина, который описывается формулой (1), изменение температуры тела при его нагружении

обратно пропорционально изменению средних напряжений в этом теле.

$$\Delta T = -k \cdot \Delta \sigma_0^I \quad (1)$$

Средние напряжения определяются по формуле (2), как среднее арифметическое трех главных напряжений в точке.

$$\sigma_0^I = \frac{\sigma_I + \sigma_{II} + \sigma_{III}}{3} \quad (2)$$

Для выявления зависимости (1) были обработаны результаты динамических испытаний двутавровой балки длиной 155 см, выполненной из стали Ст3, в которой в районе ослабленного нижнего пояса заранее была выращена усталостная трещина. Для фиксации изменения НДС балки на нее был установлен комплекс «Тензор-МС», который позволяет получать данные о линейных деформациях в процессе динамических испытаний. Для измерений изменения температуры балки на расстоянии 70 см от плоскости вертикальной стенки был установлен тепловизор Fluke Ti 400, с частотой съемки ИК-видео 9 Гц. Частота колебаний пульсатора составляла 5,6 Гц.

В результате обработки термограмм удалось получить графики изменения температуры от времени для двух контрольных точек А и В. Точка А находилась в районе трещины. Для нее удалось зафиксировать изменение температуры в диапазоне 21,45 – 22,00 °С. Точка В находилась выше вершины трещины на 80 мм. Для нее удалось зафиксировать изменение температуры в диапазоне 21,65 – 21,75 °С.

Для выявления НДС в контрольных точках А и В и расчета изменения средних напряжений в цикле нагружения была составлена КЭ-модель балки в программном комплексе Ansys Workbench 17.2. КЭ-сетка была разбита с учетом положения вершины трещины и места локальной концентрации напряжений. Для калибровки КЭ-модель использовались данные комплекса «Тензор-МС». Оказалось, что максимальная нагрузка на балку в цикле составляет 39,2 кН, а минимальная – 25,1 кН. КЭ-модель была загружена данными нагрузками, определены изополя трех главных напряжений в области ИК-съемки, вычислены средние напряжения для каждой контрольной точки. Так как зависимость температуры от средних напряжений линейна, были получены уравнения прямых описывающие изменения температуры в каждой контрольной точке.

Зависимость для точки А представлена формулой (3).

$$t_A = -0,0149 \sigma_0^I + 23,1 \quad (3)$$

Зависимость для точки В описываются формулой (4).

$$t_B = -0,0145\sigma_0^I + 21,9 \quad (4)$$

Были построены графики данных прямых с учетом имеющихся циклов напряжений. Полученные отрезки имеют одинаковый наклон относительно горизонтальной оси температур, что говорит о упругом деформировании образца. Также середина каждого отрезка соответствует одинаковой температуре и равняется температуре тела при отсутствии нагрузки 21,75 °С.

В ходе исследования были обработаны результаты динамических испытаний балки с трещиной, составлена КЭ-модель для выявления НДС в контрольных точках, были выведены зависимости изменения температуры в контрольных точках от изменения средних напряжений. Полученные эмпирические зависимости соотносятся с теоретическими моделями, что говорит о их адекватности.

ОБСЛУЖИВАНИЕ ДЛИННОСОСТАВНЫХ ПОЕЗДОВ НА СОРТИРОВОЧНОЙ СТАНЦИИ ИНСКАЯ

К.В. Еременков, А.С. Жидкова, Д.В. Фомичев
Новосибирский техникум железнодорожного транспорта,
esanto_90@mail.ru

В настоящее время вес маршрутов с мест погрузки постоянно увеличивается. При дальнейшем увеличении объемов перевозок на период до 2030 года намеченная тенденция вождения тяжеловесных поездов приобретет важное значение и позволит повысить провозную способность без капиталоемких мероприятий по строительству третьих и четвертых главных путей на грузонапряженных участках сети. Именно поэтому развитие длинносоставного движения является актуальным направлением.

Ключевые слова: длинносоставные поезда, инфраструктура, тяжеловесное движение, сортировочная станция

Станция Инская является внеклассной двусторонней сортировочной станцией с последовательным расположением парков, работающей на пять направлений: на Восток, на Кузбасс, на Юг, на Запад, на Новосибирск-Главный. Вагонопоток на станции перерабатывается двумя сортировочными системами, состоящих из 9 станционных парков и двух автоматизированных сортировочных горок.

На станции Мариинск формируются ускоренные поезда длиной 145 условных вагонов назначением на станции Октябрьской железной дороги. Все эти поезда идут по Транссибу через станцию Инская на станцию назначения. Ввиду отсутствия длинных путей на станции Инская, для осуществления ТО и КО поезд приходится делить на два отдельных поезда и занимать два пути в парке «А». Данные маневровые операции приводят к лишней потере времени на маневровые операции около 60 минут. После прибытия поезда на один из путей парка «А» хвост поезда около 20 минут занимает входную горловину станции, а в процессе маневровой работы по делению поезда 40 минут занята западная горловина парка «А», что препятствует отправлению поездов из данного парка, следовательно, увеличивается простой неотправленных вагонов. Объединение вагонов в один поезд на станции не производится, вагоны следуют двумя отдельными поездами, что приводит к применению дополнительных локомотивов и локомотивных бригад.

В проекте предлагается решить проблему обслуживания длинносоставных поездов, объединения пути 1Б и 36С. В процессе соединения путей воедино планируется сделать путь выделенным. Для этого в восточной горловине требуется: исключить 36 путь из сортировочного парка путем демонтажирования паркового вагонного замедлителя №636, стрелочного перевода №39 и укладка пути для съезда с 35 вместо демонтированной стрелки и уложить съезд с 3 главного пути. Экономический эффект данного проекта составит около 75 миллионов рублей, при затратах 78 миллионов 365 тысяч рублей. Соответственно окупаемость затраченных средств составит около одного года и трех месяцев.

На основании выше сказанного можно сделать вывод о том, что оптимизация инфраструктуры на станции Инская приведет к экономии более 2000 локомотивов и бригад в год и к оптимизации эксплуатационных расходов, а также, что немаловажно, предложение исключает маневровые передвижения, снижая при этом риск нарушения безопасности движения и охраны труда.

Список литературы

1. Капустина Н.Г. Влияние путевой станционной инфраструктуры на пропуск тяжеловесных и длинносоставных грузовых поездов [Текст]. – Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2015. – с56-61.

2. Курбасов А.С. Тяжеловесное движение грузовых поездов на российских железных дорогах: за и против. – СПб.: Наука и транспорт, 2012. – №3– с15-18.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ

А.В. Жданова, К.В. Катковская

**Сибирский государственный университет водного транспорта,
ksumat@mail.ru**

Основной идеей проекта является нахождение нужного генетического алгоритма, с целью оптимизации в задачах по доставке грузов. Для этого мы выбрали два алгоритма, запрограммировав их и сравнив по определенным характеристикам, посмотрели какой более эффективно справляется на примере конкретной задачи. Реализация поставленной задачи происходила в C++.

Ключевые слова: гибридный алгоритм, СНС, груз, транспорт

Например, у нас есть сеть розничных магазинов, которым требуется определенное количество товаров. Также имеется ряд складов поставщиков, где требуемые товары хранятся. При этом на каждом складе различный объем запасов этих товаров. Кроме этого нам известны тарифы – затраты на перевозку 1 товара от каждого склада к каждому магазину. Возникает необходимость разработать такой план перевозок, чтобы магазины получили требуемое количество товаров с наименьшими затратами на транспортировку.

В этом проекте мы постараемся найти более выгодное решение задачи. Для этого мы выбрали два генетических алгоритма: СНС и гибридный [1].

В среде Visual C++ были написаны программы. Сравнив их по определенным характеристикам, были получены результаты, которые помогли выявить какой из алгоритмов справляется лучше с поставленной задачей.

В дальнейшем необходимо разработать информационную модель, позволяющую оценить и сравнить решения выбранных алгоритмов некой абстрактной ситуации в задачах по доставке грузов [2].

Результаты данного проекта применимы главным образом на транспорте с целью разгрузки дорог. Использование данных алгоритмов поможет избежать различного рода заторов, сэкономим время и т.д.

Список литературы

1. Вороновский Г.К., Махотило К.В., Петрашев С.Н., Сергеев С.А. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности. – Х.: ОСНОВА, 1997. – 112 с.
2. Архангельский В.И., Богаенко И.Н., Грабовский Г.Г., Рюмшин Н.А. Нейронные сети в системах автоматизации. – К.: Техника, 1999. – 234 с.

ЗАРЯДНАЯ СТАНЦИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОБУСОВ

А.В. Жулидов, М.В. Ярославцев

**Новосибирский государственный технический университет,
myaroslavtsev@yandex.ru**

Рассмотрена проблема автоматического управления зарядом накопителя электробуса, использующего суперконденсаторы для накопления энергии. Поставлены задачи для ее решения. В частности, удалось определить необходимые параметры.

Ключевые слова: электробус, зарядная станция

В условиях современной городской жизни все чаще встает вопрос о эффективном использовании городского электрического транспорта. Большую популярность набирают электробусы, которые упрощают инфраструктуру транспортных сетей и обладают динамической подзарядкой. Также современные виды этого транспорта из-за возможности быстрой зарядки не оказывают высокую нагрузку на тяговую сеть и являются экологически чистым транспортом.

Наиболее интересны станции быстрого заряда электробусов, которые способны осуществлять его в течение 5-15 минут до уровня заряда не менее 80%. Для пунктов заряда могут быть использованы существующие сети тяговых подстанций. Такие станции оснащены зарядным устройством и терминалом быстрого заряжения электробусов и электромобилей.

Целью данной работы является проектирование станции быстрой зарядки для электробусов, использующих суперконденсаторы для накопления энергии.

Задачами работы являются:

- Определение требований к накопителю энергии электробуса;
- Определение основных технических требований к зарядной станции (ограничения по току и длительности заряда, диапазону регулирования выходных напряжений);
- Создание программы автоматического управления зарядной станции на базе промышленных контроллеров с помощью инструментального программного комплекса промышленной автоматизации CoDeSys (Controller Development System).

В результате работы получена имитационная модель зарядной станции электробуса, реализованная в среде CoDeSys, и программа для управления процессом заряда.

Для расчетов принят электробус ВКМ Е420 “VITOVТ ELECTRO”. Его основные характеристики [1]:

- Запас автономного хода, км - 12;
- Максимальная техническая масса, кг – 18000;
- Время подзарядки при заряде 30%, мин – 5.

Основные характеристики системы суперконденсаторов [2]:

- Диапазон номинальных рабочих напряжений, В - 420-600;
- Стандартный зарядный ток, А - 250;
- Эффективный запас энергии, кВт*ч - 20.

С использованием разработанной модели получен график напряжения, регулируемое постоянным зарядным током в процессе заряда накопителя электробуса (рисунок 1), определены расход энергии и мощность, требуемая для заряда накопителя за 5 минут.

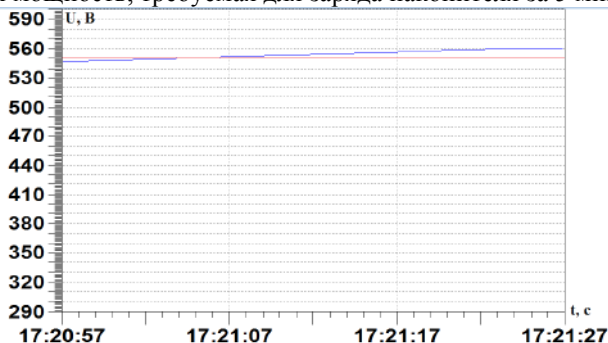


Рисунок 1 –График напряжения в процессе заряда накопителя электробуса

Список литературы

1. Белкоммунмаш - Электробус ВКМ Е420 “VITOVТ ELECTRO” [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://bkm.by/catalog/elektrobus-modeli-e420-vitovt-electro/>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Кашкаров, А. Е. Ионистор в автономной электрической цепи / Кашкаров, А. Е. // Современная электроника. – 2014. – № 1. – С. 38-40.

РАЗРАБОТКА СПОСОБА СЕЙСМОИЗОЛЯЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ МОСТОВ

М.А. Зубарев, Л.Ю. Соловьёв

Сибирский государственный университет путей сообщения,
lys111@yandex.ru

В ходе работы была разработана сейсмоизолирующая опорная часть для железнодорожных мостов.

Ключевые слова: мосты, ИССО, железная дорога, опорная часть, сейсмика

На железных дорогах имеются существенные ограничения по переломам продольного профиля, продольному уклону и просадкам, поэтому, к эксплуатации на мостах допускаются только фрикционные опорные части, главным недостатком которых, является необходимость подъёмки пролётного строения после сейсмического воздействия и возвращение его в проектное положение.

Объект исследования: опорная часть для железнодорожных мостов, расположенных в зоне повышенной сейсмичности.

Опорная часть представлена в виде пружин сжатия и растяжения, работающих совместно, на восприятие горизонтальных и вертикальных нагрузок.

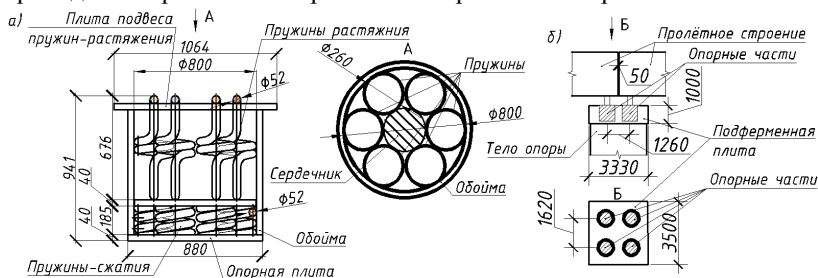
Приняв исходные данные для расчёта (балка из предварительно-напряженного железобетона, нагрузка С14, расчётная сейсмичность 9 баллов, максимально-допустимые вертикальные перемещения равные 16,2 мм при движении с установленными скоростями 141-200 км/ч [Прил. N 1, 3]), были подобраны параметры пружин в соответствии с ГОСТ 13765-86. Расчёт на различные сочетания нагрузок произведен в программных комплексах Компас-3D (Механика: Пружины) и ANSYS Workbench 18.2. Результаты расчёта представлены в (Таблице 1)

Таблица 1 – Результаты расчёта рабочих перемещений

№	Нагрузки	I_x , мм	Допуск, м	h_z , мм	Допуск, мм
1	Вес	-	2,63	-	16,2
2	Вес и подвижной состав	15,6		15,7	
3	Сочетание 1	-6,0		-3,9	
4	Сочетание 2	4,9		-1,6	

Примечание: Сочетание 1 включает в себя нагрузку №1 и сейсмическую нагрузку, Сочетание 2 – нагрузку №2 и сейсмическую нагрузку.

В результате работы были определены параметры пружин из условия жесткости и прочности. Была сконструирована опорная часть, которая способна возвращать пролётное строение в исходное положение после сейсмического воздействия (Рисунок 1). По статье [4] пролётное строение выступает в качестве гасящей массы для опор, однако в данном случае по схеме, приведённой в [5], данный способ приводит к сбрасыванию пролётного строения с опор.



а) конструкция опорной части; б) принципиальная схема размещения в опоре

Рисунок 1 – Конструктивный чертёж опорной части

Разработанная опорная часть не превышает габаритные размеры существующих сейсмоизолирующих опорных частей. Исключает вероятность сбрасывания пролётного строения с опор и эффективно гасит колебания мостового сооружения за счёт демпфирующих свойств пружины.

Список литературы

1. СП 35.13330.2011. Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84*. – М.: ОАО «ЦПП», 2011 – 341с.

2. СП 14.13330.2014. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*. – М.: ОАО «НИЦ «Строительство», 2014 – 125с.
3. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации (с изменениями на 30 января 2018 года). –М.: Минтранс России, 2018.
4. Шермухамедов У.З. Вестник//Влияние точности настройки динамических гасителей колебаний на сейсмостойкость мостов. – Днепрпетровск, 2012 – выпуск 2 (41) – с.175-180
5. Сейсмостойкий мост//Патент России № 2550777. 2015. Бюл. №13. / Шульман С.А. и др.

РАЗРАБОТКА РЫХЛИТЕЛЯ СМЕРЗНУВШИХСЯ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ В ПОЛУВАГОНАХ

В.Ю. Игнатугин, К.В. Устюжин
ФГБОУ ВО Сибирский государственный университет путей
сообщения, forto@ngs.ru

Рассмотрены вопросы расчета основных узлов и механизмов рыхлителя смерзнувших сыпучих грузов в полувагонах.

Ключевые слова: рыхлитель, долото, шнек, механизм, подъем, передвижение

Одной из наиболее значимых задач при механизации работ по разгрузке сыпучих грузов является обеспечение их выгрузки в зимнее время. При отрицательных температурах происходит смерзание сыпучих грузов, что вызывает трудности при использовании обычных способов разгрузки.

Для рыхления смерзшихся грузов используются различные механизмы.

В работе рассмотрен рыхлитель с рабочим органом в виде шнека с закрепленном на его конце долотом.

Наиболее нагруженной частью рабочего органа является режущая кромка, расположенная на конце шнека.

Для обоснования размеров шнекового рыхлителя была построена его трехмерная модель с дальнейшим расчетом с использованием метода конечных элементов в программном комплексе АРМ WinMachine. На рисунке 1а приведена расчетная модель, а на рисунке 1б результаты расчетов в виде карты распределения напряжений.

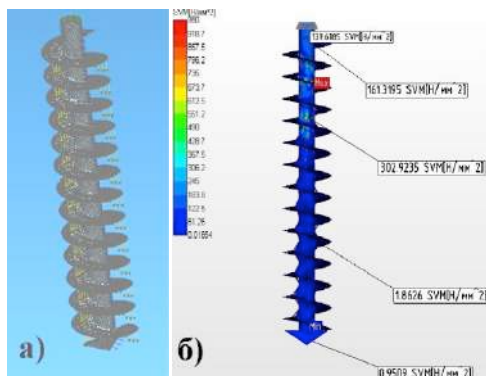


Рисунок 1 – Расчетная модель рабочего органа рыхлителя

Кроме того, аналогичным образом произведено моделирование несущей металлоконструкции бурорыхлительного комплекса и его расчет. Результаты расчета представлены на рисунке 2.

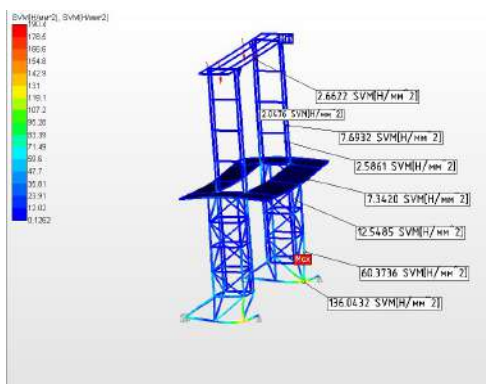


Рисунок 2 – Карта распределения напряжений в металлоконструкции комплекса

Общий вид разработанного бурорыхлительного комплекса изображен на рисунке 3.

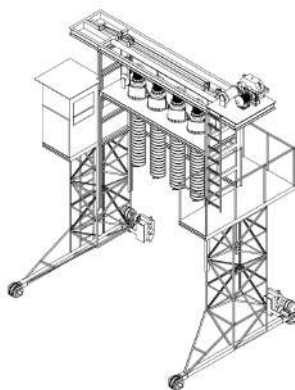


Рисунок 3 – Общий вид бурорыхлительного комплекса

Список литературы

1. Буткин В.Д., Буровые машины и инструменты : учебник для вузов. – Красноярск.: СФУ, 2012. – 56 с.
- 2.Филатов А.П., Анферов В.Н., Игнатьюгин В.Ю., Грузоподъемные машины: учебник для вузов. –НСК.: СГУПС, 2005. – 190 с.

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ МОДЕРНИЗАЦИИ СТОПОХОДЯЩЕЙ МАШИНЫ ЧЕБЫШЕВА

К.П. Ищенко, Н.А. Чусовитин

**Новосибирский государственный технический университет,
choos328@mail.ru**

Объяснены и рассмотрены основные методы модернизации стопоходящей машины Чебышева, дана оценка возможности дальнейших разработок в этой области.

Ключевые слова: Чебышев, шагающий механизм, стопоходящая машина, лямбда-механизм

Стопоходящая машина Чебышева, представляет собой две пары двоярных лямбда-механизма Чебышева, преобразующих вращательное движение кривошипа, в прямолинейное, поступательное движение выходного звена (на некотором участке) (Рисунок 1 [1]).

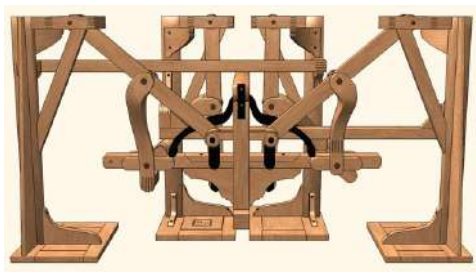


Рисунок 1 – Стопоходящая машина Чебышева

увеличения подвижности всего механизма до 4 или 6 (в зависимости от количества «ног»). Для стабилизации одной ноги, и отвязки ее от других ног, был добавлен дополнительный лямбда-механизм, стабилизирующий ногу в вертикальном направлении, не дающий ей раскачиваться. Также был придуман способ задания наклона ноги, и постепенного его изменение с движением по рабочему ходу, для этого дополнительный лямбда-механизм был увеличен в 1,5 раза, и соответственно увеличен его рабочий ход, чем был и обусловлен наклон «ноги» (Рисунок 2). Всё кинематическое исследование было проведено при помощи САПР

«КОМПАС», который дает возможность не только смоделировать движение механизма, но и записать траекторию любой точки механизма. При моделировании «ноги» с зашагиванием, образовалась проблема пологой траектории, т.е. траектория «ноги» полученного механизма отличалась от прямолинейной, как в исходном механизме. Эту проблему можно решить при помощи теории приближенных вычислений, которая была открыта П.Л. Чебышевым.

Список литературы

1. И. И. Артоболовский, Н. И. Левитский. Модели механизмов П. Л. Чебышева / В кн.: Полное собрание сочинений П. Л. Чебышева. Том IV. Теория механизмов. — М.-Л.: Изд-во АН СССР. 1948. С. 227–228.
2. О преобразовании вращательного движения в движение по некоторым линиям при помощи сочленённых систем / По кн.: Полное

Главной проблемой механизма является то, что он не имеет возможность поворота, что ограничивает сферу его применения [2, 3]. Для добавления возможности поворота, был выбран путь

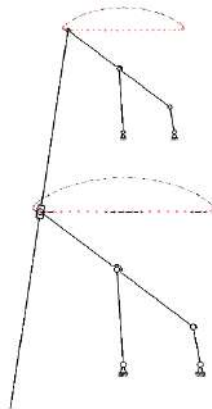


Рисунок 2 – Механизм зашагивания