

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ
СООБЩЕНИЯ



PETERSBURG STATE
TRANSPORT UNIVERSITY

МИНИСТЕРСТВА ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИЗВЕСТИЯ ПЕТЕРБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

Выпуск 1

Санкт-Петербург
2004

УДК 378: 001.5
ББК 74.58

Известия Петербургского университета путей сообщения. – СПб.:
Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2004. – Вып. 1. – 162 с.

ISBN 5-7641-0124-7

Содержит работы аспирантов и докторантов по вопросам прочности и надежности сооружений, устройств и подвижного состава железных дорог, создания новых строительных материалов, разработки систем автоматизированного проектирования устройств железнодорожной автоматики и телемеханики, проблемам безопасности передачи информации, а также некоторым вопросам социального управления.

Рассчитано на инженерно-технический персонал транспортной отрасли, научно-педагогических работников высших учебных заведений, аспирантов и студентов.

УДК 378: 001.5
ББК 74.58

Редакционная коллегия: д-р техн. наук **В.И. Ковалев** (ответственный редактор), д-р техн. наук **Л.Н. Павлов**, д-р техн. наук **А.В. Плакс**

Издание выходит с 1883 года
Возрождено в 2004 году
Выходит два раза в год

ISBN 5-7641-0124-7

© Петербургский государственный университет
путей сообщения, 2004

Научное издание

ИЗВЕСТИЯ
ПЕТЕРБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

Выпуск 1

Компьютерная верстка Е.А. Аникевич.
Отпечатано в авторской редакции.

Подписано в печать с оригинал-макета 07.06.2004.
Формат 60х84 1/9,5. Бумага офсетная. Печать ризография.
Усл.печ.л. 16,6. Уч.-изд.л. 10,25. Тираж 100. Заказ 610.
Петербургский государственный университет путей сообщения
190031, СПб., Московский пр., 9.
Типография ПГУПС. 190031, СПб., Московский пр.,9.

Петербургский государственный университет путей сообщения, основанный в 1809 году, готовится отметить свое двухсотлетие. В старейшем транспортном ВУЗе России работала плеяда ученых, чей выдающийся вклад в развитие науки признан во всем мире. Это математики М.В. Остроградский, А.Н. Крылов, физик Б. Клапейрон, химик Д.И. Менделеев, механики А.А.Бетанкур, С.П. Тимошенко и многие другие.

Каждый из них создавал свою научную школу и готовил молодых преподавателей и научных работников.

Результаты этих исследований публиковались в специальных периодических изданиях, которые в различные годы носили названия «Сборник сообщений в собрании инженеров путей сообщения», «Известия собрания инженеров путей сообщения», «Сборник Ленинградского института инженеров железнодорожного транспорта».

Эта традиция продолжается и в настоящее время.

Под руководством профессоров развиваются современные научные школы нашего Университета в области транспорта.

Для информации специалистов о результатах работы научных школ с 2004 года начинается периодическое издание «Известия Петербургского университета путей сообщения».

Открываются «Известия» работами аспирантов и докторантов по вопросам прочности и надежности сооружений, устройств и подвижного состава железных дорог, создания новых строительных материалов, разработки систем автоматизированного проектирования устройств железнодорожной автоматики и телемеханики, проблемам безопасности передачи информации, а также, некоторым вопросам социального управления.

В дальнейшем в издании будут освещаться работы наших ученых по всем научным направлениям Университета.

Надеюсь, что издание «Известий» найдет достойное место в ряду транспортных научных изданий современной России.

Желаю успеха «Известиям Петербургского университета путей сообщения».

Ректор Петербургского государственного
университета путей сообщения
д.т.н., профессор

В.И. Ковалев

Предисловие.

Петербургский Государственный университет путей сообщения, основанный в 1809 году готовится отметить свое двухсотлетие. В старейшем железнодорожном ВУЗе России работала плеяда ученых, чей выдающийся вклад в развитие науки признан во всем мире. Это математики М.В. Остроградский, А.Н. Крылов, физик Б. Клапейрон, химик Д.И. Менделеев, механик С.П. Тимошенко и многие другие.

Каждый из них создавал свою научную школу и готовил молодых преподавателей и научных работников.

Результаты этих исследований публиковались в специальных периодических изданиях, которые в различные годы носили названия «Сборник сообщений в собрании инженеров путей сообщения», «Известия собрания инженеров путей сообщения», «Сборник Ленинградского института инженеров железнодорожного транспорта».

Эта традиция продолжается и в настоящее время.

Аспиранты нашего Университета под руководством своих профессоров разрабатывают актуальные научные проблемы развития железнодорожного транспорта. Основными направлениями их исследований являются повышение экономических показателей работы железных дорог, совершенствование организации перевозок, модернизация подвижного состава, сооружений и устройств железнодорожного транспорта.

Для информации специалистов о результатах работы научных школ с 2004 года начинается периодическое издание «Известий Петербургского Университета Путей Сообщения».

В первом выпуске «Известий» освещаются вопросы прочности и надежности сооружений, устройств и подвижного состава железных дорог, создания новых строительных материалов, разработки систем автоматизированного проектирования устройств железнодорожной автоматики и телемеханики, проблемы безопасности передачи информации, а также, некоторые вопросы социального управления.

Издание рассчитано на инженерно-технический персонал железных дорог, научно-педагогических работников высших учебных заведений железнодорожного транспорта, аспирантов и студентов.

В дальнейшем в издании будут освещаться все научные направления нашего Университета в области транспорта.

Издание рассчитано на инженерно-технический персонал железных дорог, научно-педагогических работников высших учебных заведений железнодорожного транспорта, аспирантов и студентов.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Железнодорожный путь, мосты и строительство.....</i>	7
Математическая модель работы нелинейного стержневого элемента конструкции <i>И.А. Федотова.....</i>	7
Анализ геометрических параметров рельсовой колеи для рационального применения новых конструкций промежуточных скреплений <i>А.А. Бекиш, В.В. Уманцев</i>	12
Работа на вдавливание анкеров опорных частей мостов <i>А.А. Жинкин, Ю.Г. Козьмин.....</i>	17
Технологичность стальных пролетных строений железнодорожных мостов со сквозными главными фермами <i>В.А. Бешлиу</i>	22
Длительный приборный мониторинг автодорожных мостов. Проблемы и перспективы <i>О.В. Гарамов.....</i>	27
Разработка высокопрочного бетона повышенной трещиностойкости <i>И.В. Степанова.....</i>	31
Получение композиционного материала на неорганической основе с улучшенными теплофизическими свойствами <i>А.В. Бородуля.....</i>	35
Модифицированные сухие строительные смеси с прогнозируемой трещиностойкостью <i>А.А. Фиголь.....</i>	38
О гидравлическом ударе в напорных трубопроводах, перекачивающих сточные воды <i>Н.В. Твардовская.....</i>	42
<i>Подвижной состав.....</i>	48
Определение динамических нагрузок в четырехосном групповом карданном приводе локомотивов <i>Д.Н. Курилкин.....</i>	48
Преимущество применения шарнирно-рычажной буксовой связи на грузовых тепловозах <i>А.А. Кузнецов.....</i>	53
Об ультразвуковом методе оценки распределения остаточных напряжений в ободьях цельнокатаных колес грузовых вагонов <i>С.А. Краснобрыжий.....</i>	58

Повышение ресурса соединительной балки <i>А.А. Романова</i>	63
Прогнозирование ресурса привода подвагонного генератора с использованием каткового стенда <i>Н.В. Смирнов</i>	66
<i>Автоматика, телемеханика и связь на железных дорогах</i>	69
Автоматизация проверки принципиальных схем железнодорожной автоматики на станциях <i>О.А. Максименко</i>	69
Оценка автоматизированного проектирования кабельных сетей железнодорожной автоматики и телемеханики <i>М.В. Бычков</i>	74
Безопасность кинематических схем конструкций стрелочного перевода <i>В.М. Руденко</i>	80
Разработка метода логического дополнения для диагностирования и мониторинга устройств железнодорожной автоматики <i>Г.В. Осадчий</i>	84
Методы оптимизации режимов работы устройств станций, узлов и линий метрополитена <i>Т.Ю. Константинова</i>	89
Математическое моделирование пассажиропотока станции «Пионерская» метрополитена г. Санкт-Петербурга <i>Д.С. Хрущева</i>	94
Совершенствование системы контроля плавких предохранителей <i>Д.Л. Павлов</i>	99
Порядок передачи программных средств и организация сопровождения программного обеспечения <i>К.А. Бутузов</i>	104
Управление диверситетом программного обеспечения <i>В.А. Лазарев</i>	108
Распараллеливание обработки сигналов минимальными сплайнами и вейвлетами <i>С.Б. Голубых</i>	112
Защищенный протокол доставки почтовых сообщений на основе использования инфраструктуры центров сертификации <i>Д.А. Азбукин</i>	117

Методы, математическая модель описания и программные средства автоматизации построения лексико-семантической базы данных WordNet <i>А.М. Сухонотов</i>	121
Об определении диаметра конечного множества точек в евклидовом пространстве <i>Е.Ю. Морозова</i>	126
Экономика и социальное управление	131
Снижение издержек функционирования государственного механизма как фактор развития российской экономики <i>А.Н. Спасскова</i>	131
Фондовый рынок как инструмент вовлечения сбережений в реальный сектор экономики России <i>О.Е. Исупов</i>	136
Сущность постмодернизма в «постиндустриальном» обществе <i>О.А. Билан</i>	141
Анализ эффективности мероприятий по улучшению условий труда преподавателей <i>В.М. Вершинина</i>	146
Новые направления безопасной утилизации некоторых отходов регионов крайнего севера <i>Е.А. Дзираева</i>	151
<i>Авторы статей</i>	157
<i>Авторский указатель</i>	160

Железнодорожный путь, мосты и строительство

УДК 531.01

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАБОТЫ НЕЛИНЕЙНОГО
СТЕРЖНЕВОГО ЭЛЕМЕНТА КОНСТРУКЦИИ**

И. А. Федотова

Аннотация

Разработана теория расчета стержневых конструкций с учетом всех видов нелинейности. Изогнутая ось стержня аппроксимируется пространственной кривой. Чтобы описать положение любой точки данной линии в пространстве по отношению к глобальной системе отсчета, исследуется поведение бесконечно-малого элемента данной кривой длиной ds . Выведены дифференциальные зависимости между элементарными перемещениями и углами поворота сечений выделенного стержневого элемента, получены системы разрешающих дифференциальных уравнений.

Ключевые слова: стержневой элемент конструкции; физическая и геометрическая нелинейность; напряженно-деформированное состояние

Введение

Задача анализа работы всей конструкции включает в себя следующие аспекты: расчет сечения, расчет выделенного элемента конструкции, расчет всей пространственной статически неопределимой системы. Все указанные задачи и соответствующие им системы уравнений решаются параллельно-последовательно. Данная статья посвящена вопросу создания расчетной схемы стержневого элемента и построению его математической модели с учетом нелинейного характера работы.

1. Постановка задачи

Рассмотрим некоторый реальный r -ый ($r=1...L$) стержневой элемент конструкции, находящийся под воздействием системы внешних и внутренних сил. Выделим в данном стержне l расчетных сечений, в каждом из которых известны главный вектор и главный момент, приведенная начальная жесткость, а также кривизна изогнутой оси стержня, координаты его центра тяжести и ориентация сечения в пространстве в начальном положении. Часть данного элемента, заключенная между i -ым и $i+1$ -ым сечениями ($i=1...N$), изображена на рис. 1. Приведенные массы, активные силы и силы инерции условно не показаны.

Чтобы описать поведение данного элемента конструкции, т. е. сформировать систему уравнений его движения при переходе из одного равновесного состояния в другое, надо получить выражения, связывающие взаимные перемещения и углы поворота расчетных сечений стержня.

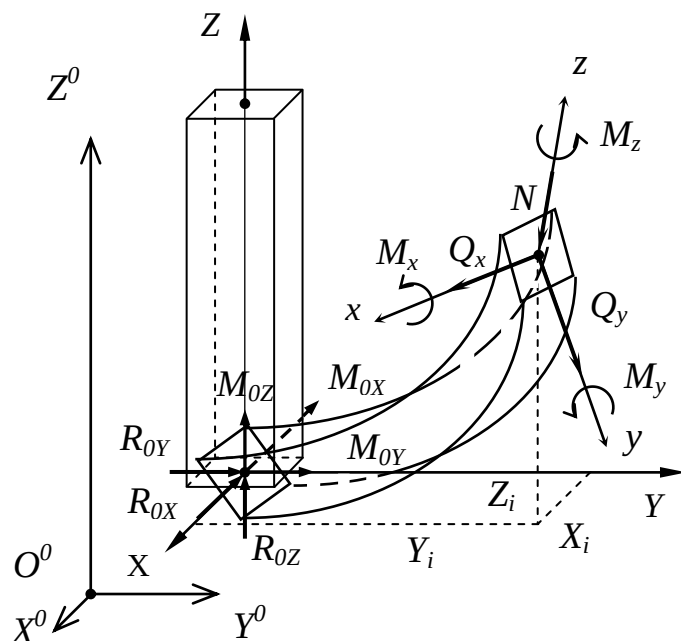


Рис. 1. Равновесие части элемента между i -ым и $i+1$ -ым сечениями.

Очевидно, что изогнутая ось данного элемента может быть аппроксимирована некоторой пространственной кривой. Чтобы описать конфигурацию деформированной оси, разобьем часть рассматриваемого элемента, показанную на рис. 1, на бесконечно-малые стержневые элементы длиной ds и исследуем поведение одного из них на какой-либо стадии работы сооружения.

2. Формулы для описания конфигурации оси стержня

2.1. Особенности работы бес-конечно-малого элемента

Пусть в начальном положении элемент не деформирован и ось его совпадает с вертикальной осью неподвижной системы координат $O^0X^0Y^0Z^0$, начало которой совмещено с начальным сечением r -ого элемента конструкции. Переход его в некоторое конечное состояние под воздействием ряда факторов может быть представлен как результат поведения элемента как абсолютно жесткого тела (параллельный перенос в пространстве, повороты вокруг осей) и тела деформируемого (сжатого или растянутого, закрученного и изогнутого в пространстве).

Рассмотрим такую последовательность движения элемента: 1) центральное сжатие в направлении оси O^0Z^0 ; 2) параллельный перенос сжатого элемента в пространстве вместе с сопровождающей системой координат $OXYZ$; 3); 4); 5) последовательные повороты сжатого элемента на углы φ_x , φ_y и φ_z вокруг координатных осей OX , OY и OZ соответственно; 6) пространственный изгиб сжатого и повернутого вокруг осей элемента; 7) закручивание поперечных сечений деформированного стержня.

2.2. Формулы для элементарных перемещений расчетных сечений

Проследим, как будет изменяться длина элемента ds в результате его продольной деформации и композиции указанных поворотов. Проекция

элемента на оси координат O^0X^0 и O^0Y^0 будем обозначать соответственно du и dv , а величину его укорочения вдоль оси O^0Z^0 – dw (рис. 2).

1) Сжатие: $du^{\text{деф}}=0$; $dv^{\text{деф}}=0$; $dw^{\text{деф}}=\varepsilon_0 ds$; $ds' = (1-\varepsilon_0) ds$ – длина сжатого элемента; ε_0 – относительная деформация стержня;

3) Поворот вокруг оси OX : $du^X=0$; $dv^X = (1-\varepsilon_0)\sin\varphi_X ds$; $dw^X = (1-\varepsilon_0) \times (1-\cos\varphi_X) ds$; $ds'' = (1-\varepsilon_0)\cos\varphi_X ds$ – проекция элемента на ось O^0Z^0 ;

4) Поворот вокруг оси OY : $du^Y = (1-\varepsilon_0)\cos\varphi_X \sin\varphi_Y ds$; $dv^Y=0$; $dw^Y = (1-\varepsilon_0)(1-\cos\varphi_Y)\cos\varphi_X ds$; $ds''' = (1-\varepsilon_0)\cos\varphi_X \cos\varphi_Y ds$ – проекция на ось O^0Z^0 ;

5) Поворот вокруг оси OZ : $du^Z = du^Y (\cos\varphi_Z - 1) + dv^X \sin\varphi_Z$; $dv^Z = dv^X \cos\varphi_Z - du^Y \sin\varphi_Z$; $dw^Z=0$.

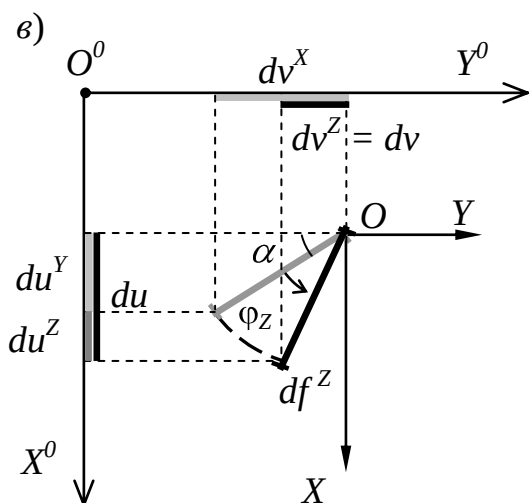
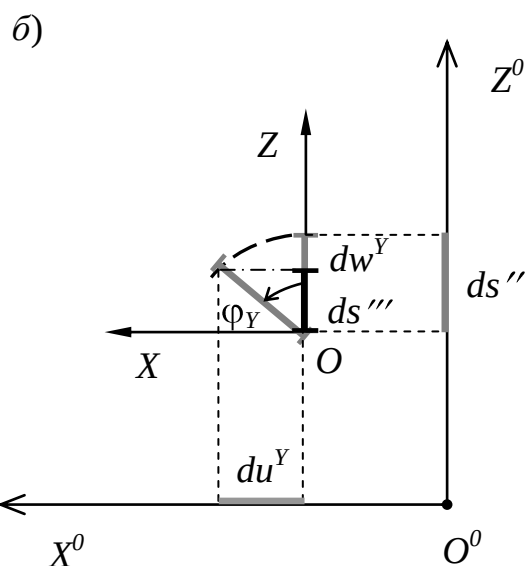
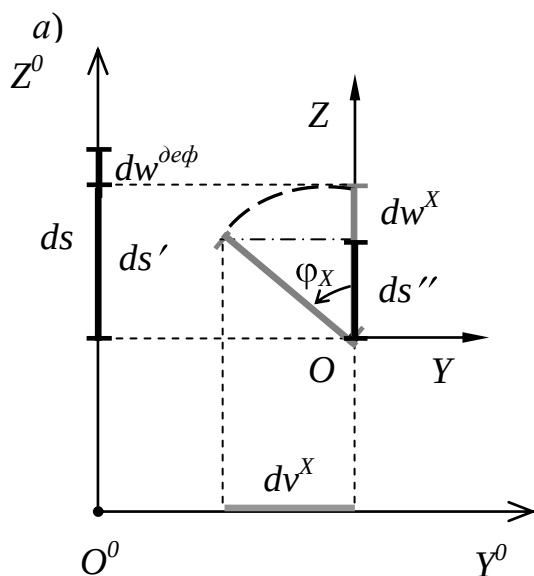


Рис. 2. Проекции бесконечно-малого стержневого элемента на оси глобальной системы координат при поворотах вокруг осей:

а) OX ; б) OY ; в) OZ .

Окончательно, принимая $ds=dZ$, для приращений длины стержня вдоль координатных осей получаем:

$$\begin{aligned} du &= (1-\varepsilon_0)(\sin\varphi_X \sin\varphi_Z + \sin\varphi_Y \cos\varphi_X \cos\varphi_Z) dZ; \\ dv &= (1-\varepsilon_0)(\sin\varphi_X \cos\varphi_Z - \sin\varphi_Y \cos\varphi_X \sin\varphi_Z) dZ; \\ dw &= [1 - (1-\varepsilon_0) \cos\varphi_X \cos\varphi_Y] dZ. \end{aligned} \quad (1)$$

Упростим полученные выражения, считая углы поворота малыми и пренебрегая слагаемыми выше третьего порядка малости:

$$\begin{aligned} du &= \left[-\varepsilon_0 \left(\varphi_Y \left(1 - \frac{\varphi_X^2 + \varphi_Z^2}{2} \right) + \varphi_X \varphi_Z \right) \right] dZ; \\ dv &= \left[-\varepsilon_0 \left(\varphi_X \left(1 - \frac{\varphi_Z^2}{2} \right) - \varphi_Y \varphi_Z \left(1 - \frac{\varphi_X^2}{2} \right) \right) \right] dZ; \\ dw &= \left[-\varepsilon_0 \left(\frac{\varphi_X^2 + \varphi_Y^2}{2} \right) dZ + \varepsilon_0 dZ \right]. \end{aligned} \quad (2)$$

Из анализа полученных формул можно сделать следующие выводы:

- Выражения для проекций сжатого элемента du и dv на оси координат O^0X^0 и O^0Y^0 однотипны: они показывают доминирующую прямо пропорциональную зависимость этих проекций от величины угла поворота вокруг оси, перпендикулярной рассматриваемой, и в меньшей степени – от произведения углов поворота вокруг двух других осей;

- Выражение для определения укорочения стержня dw вдоль оси O^0Z^0 содержит 2 слагаемых, первое из которых учитывает уменьшение его длины за счет его поворота вокруг осей OX и OY , а второе – за счет сжатия.

Дальнейшее упрощение формул, подразумевающее исключение величин третьего порядка малости, приводит к следующим выражениям:

$$\begin{aligned} du &= (1-\varepsilon_0)(\varphi_Y + \varphi_X \varphi_Z) dZ; & dv &= (1-\varepsilon_0)(\varphi_X - \varphi_Y \varphi_Z) dZ; \\ dw &= \frac{1}{2}(1-\varepsilon_0)(\varphi_X^2 + \varphi_Y^2) dZ + \varepsilon_0 dZ. \end{aligned} \quad (3)$$

Следует заметить, что последние формулы дают очень грубое приближение и, вообще говоря, не могут использоваться для описания поведения бесконечно-малого стержневого элемента. Докажем это на следующем примере: определим величину проекции стержня du на ось O^0X^0 при условии, что $\varphi_X = 0$, а $\varphi_Y \neq 0$ и $\varphi_Z \neq 0$. Тогда:

$$\text{из (3)} \rightarrow du = (1-\varepsilon_0)\varphi_Y dZ; \quad \text{из (2)} \rightarrow du = \left(-\varepsilon_0 \left[\varphi_Y \left(1 - \frac{\varphi_Z^2}{2} \right) \right] \right) dZ.$$

Очевидно, что более точный подход учитывает уменьшение проекции стержня на ось O^0X^0 за счет поворота на угол φ_Z .

2.3. Формулы для элементарных углов поворота расчетных сечений

Таким образом, в результате сжатия и композиции поворотов вокруг координатных осей стержень, длина которого составляет ds' , оказался лежащим в плоскости, перпендикулярной плоскости $X^0O^0Y^0$ и пересекающей ось O^0Y^0 под углом $(\alpha + \varphi_Z)$, где α – угол между осью O^0Y^0 и проекцией элемента на плоскость $X^0O^0Y^0$ до его поворота вокруг оси OZ (рис. 3). Проекции оси стержня на координатные плоскости равны:

$$\begin{aligned} df^X &= \left(-\varepsilon_0 \sqrt{\varphi_X^2 \left(1 - \frac{\varphi_Z^2}{2} \right)^2 + \varphi_Y^2 \varphi_Z^2 \left(1 - \frac{\varphi_X^2}{2} \right)^2 + \left[\left(1 - \frac{\varphi_X^2}{2} \right) \left(1 - \frac{\varphi_Y^2}{2} \right) \right]^2} - 2\varphi_X \varphi_Y \varphi_Z \right) dZ; \\ df^Y &= \left(-\varepsilon_0 \sqrt{\varphi_Y^2 \left[\left(1 - \frac{\varphi_X^2}{2} \right) \left(1 - \frac{\varphi_Y^2}{2} \right) \right]^2 + \varphi_X^2 \varphi_Z^2 + \left[\left(1 - \frac{\varphi_X^2}{2} \right) \left(1 - \frac{\varphi_Y^2}{2} \right) \right]^2} + 2\varphi_X \varphi_Y \varphi_Z \right) dZ; \\ df^Z &= \left(-\varepsilon_0 \sqrt{1 - \left[\left(1 - \frac{\varphi_X^2}{2} \right) \left(1 - \frac{\varphi_Y^2}{2} \right) \right]^2} \right) dZ. \end{aligned} \quad (4)$$

При моделировании пространственного изгиба проекции оси вырезанного элемента на координатные плоскости будут криволинейными и состоящими из бесконечно-малых дугообразных элементов, хорды которых имеют длину df . Учитывая малую длину дуг, а также большой радиус кривизны при изгибе реальных конструкций, угол взаимного поворота концевых сечений $d\varphi$ бесконечно-малого криволинейного элемента можно определить как произведение длины элемента df и кривизны дуги K :

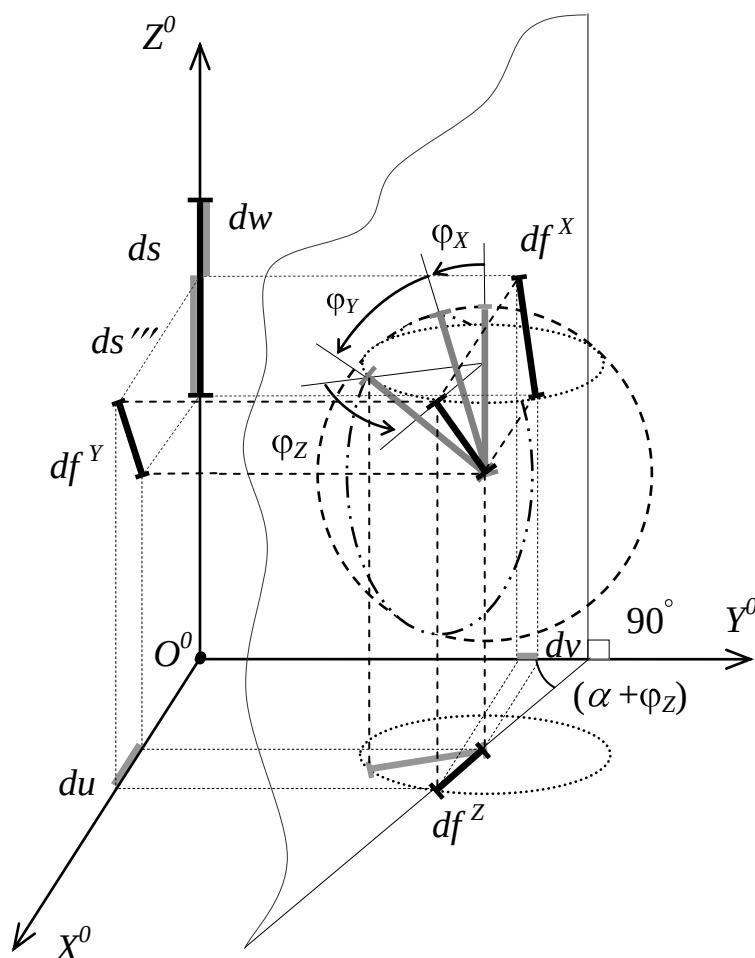


Рис. 3. Проекции бесконечно-малого элемента на координатные плоскости и оси.

$$\begin{aligned} d\varphi_X &= K_X df^X; \\ d\varphi_Y &= K_Y df^Y; \\ d\varphi_Z &= K_Z df^Z. \end{aligned} \quad (5)$$

С учетом принятых допущений $d\varphi$ также является углом взаимного поворота секущих соседних криволинейных элементов.

Интегрируя выражения для элементарных перемещений и углов поворота по всей длине стержня, определяем проекции u и v части элемента, заключенной между i -ым и $i+1$ -ым сечениями, на оси координат и величину сближения сечений вдоль оси OZ – w , а также взаимные углы поворота расчетных сечений вокруг координатных осей φ_X , φ_Y и φ_Z .

3. Заключение

Полученную систему нелинейных уравнений, описывающую конфигурацию деформированной оси элемента, следует дополнить уравнениями равновесия отсеченной части элемента, которые связывают внутренние силовые факторы в сечении с граничными параметрами и нагрузкой, действующей на него. Продифференцировав по времени данные системы нелинейных алгебраических уравнений и объединив их с выражениями, описывающими напряженно-деформированное состояние

сечений (Astafiev D.O. & Fedotova I.A., 2003), получим уравнения движения стержня вследствие изменения параметров внешней нагрузки или ползучести материала.

4. Литература

Astafiev D.O. & Fedotova I.A. Stability of physically and geometrically non-linear spatial composite rod systems. //Proc. of the 2-nd Int. Conf. «Conceptual approach to structural design», Milan, Italy, 1-2 June 2003: 233-240.

УДК 625.115

АНАЛИЗ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕЛЬСОВОЙ КОЛЕИ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ СКРЕПЛЕНИЙ

А.А. Бекиш, В.В. Уманцев

Аннотация

Показано, что железобетонные шпалы Ш1 и крепления КБ не обеспечивают необходимую стабильность геометрических параметров рельсовой колеи. Приведены результаты обследования и сравнительной оценки параметров колеи с различными конструкциями креплений. Разработана методика и определены размеры шпал ШС-АРС, влияющие на ширину колеи. Определены и систематизированы эксплуатационные параметры главных путей Октябрьской железной дороги. Определены объемы возможной укладки новых конструкций креплений в особо сложных условиях эксплуатации. Полученные результаты могут использоваться для обоснования сфер их рационального применения.

Ключевые слова: стабильность; ширина рельсовой колеи; геометрические параметры; железобетонные шпалы; промежуточные крепления; методика; эксплуатационные параметры; сферы рационального применения

Введение

В настоящее время примерно 45 % из 122,9 тыс. км развёрнутой длины главных путей сети железных дорог РФ составляет путь на железобетонных шпалах с промежуточным креплением КБ. Однако

данное скрепление морально устарело, обладает рядом недостатков и не способно обеспечивать стабильную нормативную ширину колеи.

Одним из проявлений этой нестабильности является сужение рельсовой колеи. На кафедре «Железнодорожный путь» ПГУПС по лентам вагона – путеизмерителя был выполнен анализ состояния колеи на одном из главных направлений протяжённостью 235 км. В результате было установлено, что участки суженой колеи менее установленных допусков составляют 95 км (более 40%), а участки с уширением колеи лишь 2 км (менее 1%). Кроме этого, измерения показали, что крутизна отводов ширины колеи превышает допустимые значения в несколько раз.

Такие неисправности пути, как показали результаты экспериментальных исследований ряда авторов (Эрадзе Д.Г. и др., 1999, Андреев Г.Е., 1972), отрицательно влияют на путь и подвижной состав. Из-за резких отводов ширины колеи существенно увеличивается боковое давление колеса на рельс. Сужение колеи менее установленных допусков, с одной стороны обуславливает снижение динамического воздействия подвижного состава на путь, а с другой - приводит к интенсивному изнашиванию боковой грани рельса.

1. Анализ причин нестабильности ширины рельсовой колеи.

Постановка задачи

Исследованию причин нестабильности ширины рельсовой колеи посвящены работы многих авторов. Анализ этих работ по материалам публикаций (с 1960-ых годов по настоящее время) показал, что исследования сводились к измерению в стационарных условиях геометрических параметров шпал, рельсов, креплений и оценке их влияния на ширину колеи. В результате назывались различные причины ее нестабильности: разброс размеров подкладок; разброс размеров железобетонных шпал; неблагоприятное сочетание размеров элементов креплений и шпал, влияющих на ширину колеи. Различие мнений, отсутствие однозначной причины свидетельствуют о сложной природе изучаемого явления и несовершенстве применяемых методик. Очевиден вывод, что ширина колеи определяется множеством факторов геометрического, конструктивного, силового характера и в значительной степени конструкцией промежуточного крепления.

На отечественных железных дорогах планируется переход на новые, более надежные конструкции промежуточных креплений. Начато массовое применение бесподкладочных креплений типов АРС-4 и ЖБР-65. Каждая из новых конструкций должна иметь сферу рационального применения в зависимости от ее параметров, в том числе и от способности обеспечивать стабильную нормативную ширину колеи по длине пути. Таким образом, целью исследований является совершенствование

эксплуатации новых, перспективных конструкций скреплений. В работе поставлены следующие задачи:

- произвести сравнительную оценку геометрических параметров рельсовой колеи на участках пути с различными конструкциями промежуточных скреплений, разработать рекомендации по повышению стабильности этих параметров по длине на пути со скреплением APC-4;
- на основании анализа эксплуатационных параметров определить объёмы укладки скрепления APC-4 в особо сложных условиях эксплуатации;
- исследовать динамику изменения по мере наработки тоннажа геометрических параметров колеи со скреплениями APC-4 в этих условиях эксплуатации и разработать рекомендации по сферам их рационального применения.

2. Определение и анализ геометрических параметров рельсовой колеи

Для решения поставленных задач необходимо разработать методику определения и анализа геометрических параметров рельсовой колеи, учитывающей в большей степени, чем до сих пор, все влияющие на ширину колеи факторы.

На кафедре «Железнодорожный путь» ПГУПС (Бекиш А.А. и др., 1999) разработана методика обследования состояния пути на железобетонных шпалах, суть которой заключается в следующем. В действующем пути в сечении рядом со шпалой измеряется ширина колеи по головкам рельсов (S_O) обычным, а по подошвам рельсов (S_{II}) модернизированным шаблоном. В этом же сечении измеряется ширина головки (b_r), подошвы (B_{II}) и высота рельса (H_p) штангенциркулем. По измеренным параметрам в каждом сечении пути определяется средняя подуклонка обоих рельсов (Π). Далее определяются статистические характеристики исследуемых параметров и коэффициенты корреляции (r) между параметрами S_O , S_{II} и Π .

По данной методике при участии автора обследованы шесть участков пути с типовыми шпалами Ш1 и скреплениями КБ в различных условиях эксплуатации. На всех участках установлено наличие корреляционной связи между шириной колеи S_O и S_{II} ($r = 0,537 \div 0,828$), а также между S_O и подуклонкой рельсов Π ($r = -0,431 \div -0,735$). Степень совместного влияния параметров S_{II} и Π на ширину колеи S_O характеризуется величиной сводного коэффициента корреляции R , а полнота связи - остаточной дисперсии σ_z^2 . Близкие единице на всех участках значения $R = 0,966 \div 0,995$ и малые $\sigma_z^2 = 0,027 \div 0,277 \text{ мм}^2$ (составляют $(3,6 \div 6,7) \%$ от соответствующих дисперсий S_O) свидетельствуют о высокой точности и полноте связи между S_O и параметрами S_{II} и Π , а также показывают, что изменчивость этих

параметров практически полностью определяет разброс ширины колеи.

По данной методике также были произведены измерения на двух участках (оба протяжением 100 м) первого главного пути линии Санкт-Петербург – Москва с одинаковыми условиями эксплуатации. На первом участке в путь для опытной проверки уложены 184 железобетонные шпалы типа АТРАК с анкерными бесподкладочными скреплениями Pandrol Fastclip, на втором, расположенном в 70 м от первого, шпалы Ш1 и скрепления КБ. Аналогичные измерения были выполнены также на участке пути со шпалами ШС-АРС и скреплениями АРС-4 протяжением 100 м, уложенном на перегоне Гатчина Балтийская - Фрезерный. Все обследованные участки расположены в прямой, на них уложены бесстыковые плети из рельсов Р65.

Полученные результаты показали, что на всех трех участках пути разброс ширины колеи S_o в основном определяется изменчивостью расстояния между подошвами рельсов S_{II} и подуклонки рельсов II . Самые стабильные по длине пути параметры обеспечивает скрепление Pandrol Fastclip: на этом участке ширина колеи S_o примерно в 3-4 раза более стабильна, чем на пути со скреплениями КБ. Наименее стабильны геометрические параметры на пути со скреплениями КБ. Участок со скреплениями АРС-4 по стабильности параметра S_o занимает промежуточное положение между участками с Pandrol Fastclip и КБ. Разброс значений S_o здесь примерно вдвое больше, чем на участке со скреплениями Pandrol Fastclip. Основной причиной этого является примерно вдвое больший разброс подуклонки рельсов II в первом случае, чем во втором. Изменчивость параметра S_{II} на обоих участках примерно одинакова. Тем не менее, скрепления АРС-4 и шпалы ШС-АРС обеспечивают приблизительно в два раза более высокую стабильность ширины колеи S_o , чем типовые шпалы Ш1 и скрепления КБ. На пути с АРС-4 можно обеспечить такую же стабильность параметра S_o , как на участке со скреплениями Pandrol Fastclip, за счет уменьшения разброса значений подуклонки рельсов II . В итоге можно сделать вывод, что скрепления АРС-4 и шпалы ШС-АРС способны обеспечить необходимую для участков скоростного движения стабильность ширины колеи S_o .

Для определения взаимосвязи между размерами железобетонных шпал ШС-АРС и параметрами рельсовой колеи на звеносборочной базе ПМС-83 были обследованы 100 м рельсошпальной решётки (4 звена по 25 м). Полученные результаты показали, что при изготовлении элементов скреплений АРС-4 и шпал ШС-АРС не всегда достигается необходимая точность размеров, вследствие чего собранный из них путь может иметь повышенный разброс ширины колеи.

3. Определение и анализ эксплуатационных параметров главных путей

Предполагается применение скреплений APC-4 во всех, в том числе и в особо сложных условиях эксплуатации: скоростное движение ($V > 140$ км/час), участки пути с повышенными осевыми нагрузками ($P_{\text{ос}} > 18$ т/ось), участки пути с высокой грузонапряженностью ($\Gamma_{\text{год}} > 50$ млн. т бр./км в год), кривые малых радиусов ($R < 350$ м).

Для определения объемов укладки пути в конкретных условиях эксплуатации, динамики изменения этих условий был выполнен их анализ и систематизация на полигоне главных путей Октябрьской ж. д. (более 12000 км). Для этой цели на кафедре «Железнодорожный путь» была разработана методика определения, анализа и систематизации основных эксплуатационных параметров (Бекиш А.А., 2002). При анализе использовались базы данных службы Пути Октябрьской дороги и статистические формы ЦО-4 за последние пять лет (с 1998 по 2002 год).

Полученные результаты показали, что на Октябрьской железной дороге протяжение главных путей с $V > 140$ км/час составляет ≈ 12 %, с $P_{\text{ос}} > 18$ т/ось – ≈ 1 %, с $\Gamma_{\text{год}} > 50$ млн. ткм бр./км в год ≈ 5 % и $R \leq 350$ м ≈ 2 % от их общей развернутой длины. Причем, как показал анализ, на отдельных участках пути практически отсутствуют сочетания эксплуатационных параметров указанной величины. Поэтому суммарное протяжение главных путей дороги с особо сложными условиями эксплуатации включает все участки с приведенными выше параметрами и составляет ≈ 20 % их общей развернутой длины (примерно 2600 км).

Кроме анализа отдельных эксплуатационных параметров и их сочетаний определили динамику их изменения во времени. Для этого был выполнен анализ изменения по годам протяжения пути с различными интервалами значений исследуемых параметров. Анализ данных за последние четыре года показал, что в целом эксплуатационные параметры на участках пути Октябрьской железной дороги достаточно стабильны. Это также подтверждает анализ изменения этих параметров на отдельных наиболее интенсивно эксплуатируемых участках дороги.

4. Заключение

Таким образом, с использованием разработанных методик определены геометрические параметры рельсовой колеи на пути с различными конструкциями железобетонных шпал и скреплений, произведена их сравнительная оценка. Определены геометрические параметры шпал и скреплений APC-4, влияющие на стабильность рельсовой колеи. На основании полученных результатов разрабатываются рекомендации по повышению стабильности колеи на пути с APC-4.

В настоящее время по разработанным методикам исследуется динамика изменения в зависимости от наработки тоннажа геометрических

параметров рельсовой колеи на опытных участках пути с новыми шпалами и скреплениями, уложенными в различных условиях эксплуатации. Полученные результаты используются для технико-экономического обоснования сфер их рационального применения.

5. Литература

- Эрадзе Д.Г., Карпачевский Г.В. Влияние ширины колеи на износ рельсов и гребней колёс. Путь и путевое хозяйство, 1999, № 1, с. 14-16
- Андреев Г.Е. Влияние горизонтальных неровностей рельсовых нитей на боковые силы в прямой части пути. Труды ЛИИЖТа, выпуск 344, 1972, с. 25-60
- Бекиш А.А., Пушкин П.С., Зинов А.Б. К вопросу об изменчивости ширины колеи на участках пути с железобетонными шпалами. Современные проблемы и прогрессивные технологии в путевом хозяйстве Октябрьской железной дороги. Тезисы докладов научно-технической конференции 23 апреля 1999 г., Санкт-Петербург, с. 56-58
- Бекиш А.А. Анализ и систематизация условий эксплуатации главных путей. ВУЗы Сибири и Дальнего Востока – Трансибу. Материалы региональной научно-технической конференции 27-29 ноября 2002 г., г. Новосибирск, с. 164-168

УДК 624.21.094

РАБОТА НА ВДАВЛИВАНИЕ АНКЕРОВ ОПОРНЫХ ЧАСТЕЙ МОСТОВ

А.А. Жинкин, Ю.Г. Козьмин

Аннотация

Уменьшение размера опорной части является наиболее эффективным способом снизить силы сопротивления, возникающие в ней при перемещениях. Минимальный размер опорной части определяется несущей способностью бетона опорных площадок на смятие. Рассмотрена возможность передачи усилий на бетон опорных площадок через заделанный анкер, позволяющий более рационально распределять усилия в бетоне.

Ключевые слова: опорная часть; анкер; опорная площадка; передача усилий

Введение

Опорные части передают усилия от пролетных строений к опорам и обеспечивают свободу расчетным деформациям пролетных строений.

Качество и надежность их работы необходимое условие долговечности сооружения в целом. Наилучшая опорная часть должна быть максимально близка к своему кинематическому аналогу. Это означает, например, что всесторонне подвижная опорная часть независимо от нагрузок и прочих факторов (в пределах допустимых) должна обеспечивать свободное перемещение и поворот.

Реально ни одна опорная часть обеспечить этого не может. Часть факторов, например, трение, учитывается действующими нормами, а часть, например, сопротивление повороту, – нет. Пренебрегать влиянием опорной части на распределение усилий в сооружении, значит допустить появление на стадии эксплуатации неучтенных, а потому вредных напряжений. Различные типы опорных частей в разной степени включаются в работу конструкции. Уменьшение размеров опорной части во всех случаях позволяет снизить ее сопротивление перемещениям и поворотам. Чем меньше размер опорной части, тем ближе она будет к своему кинематическому аналогу.

Размеры опорной части в плане в настоящее время определяются несущей способностью бетона опорных площадок на местное смятие, которое едва ли можно получить выше $300-350 \text{ кгс/см}^2$. Собственная несущая способность (СНС) опорной части, определяется прочностью ее отдельных элементов и может достигать до 1500 кгс/см^2 . Подбирая опорные части по СНС можно уменьшить их размеры в 2-2,5 раза, что приведет к снижению веса в 2-5 раз и стоимости в 4-7 раз.

Снижение стоимости хорошо само по себе. Уменьшение собственного веса делает монтаж более удобным, а значит более качественным и точным.

Подвижность в подавляющем большинстве современных опорных частей осуществляется за счет скольжения стали по фторопласту или ему подобным синтетическим материалам. Как известно, в этом случае, при увеличении давления коэффициент трения снижается. Уменьшение размеров опорных частей приведет к увеличению напряжений в парах скольжения, что уменьшит силу трения и еще снизит участие опорной части в работе сооружения.

Из сказанного выше видно, что есть причины искать способы снижения размера опорной части. А поскольку выбор размера ограничен прочностью бетона в месте опирания, то проблема сводится к поиску рационального способа передачи усилий на бетон опорных площадок.

1. Постановка задачи

Возможным решением этой проблемы является анкер, заделанный в бетон. Такая конструкция применялась в опорных частях и ранее, но для обеспечения надежного крепления неподвижных опорных частей на которые предполагалось передавать большие горизонтальные реакции.

Вообще в строительстве анкерное крепление обеспечивает восприятие положительных (выдергивающих) усилий. Теперь хочется изучить вопрос насколько эффективно применять анкер при отрицательных реакциях, т.е. при работе на вдавливание.

Усилие вдавливания, передаваемое на анкер в бетоне, будет воспринято силами сцепления по боковой поверхности и силами сопротивления бетона под нижним концом анкера. Модуль упругости бетона в 6-8 раз меньше чем стали. Значит, при одинаковых деформациях бетон будет испытывать меньшие напряжения чем сталь. Если в первом приближении считать анкер абсолютно жестким, то, очевидно, что он, не изменяя своих размеров, будет целиком перемещаться в бетоне, распределяя напряжения в бетоне равномерно по всей длине. Причем, чем длиннее анкер, тем меньше будут напряжения в окружающем бетоне.

При реальных упругих характеристиках анкера, будут иметь место собственные деформации, но в основном анкер будет перемещаться как целое, распределяя напряжения в бетонном массиве.

Для детального теоретического исследования работы анкера на вдавливание был использован метод конечных элементов, реализованный в системе *StructureCAD* версии 7.27. Исследовалась плоская модель. Задача ставилась следующим образом. Дан бетонный массив шириной D в который заделан анкер длиной L и толщиной d . К верхнему концу анкера приложена сила P . Требовалось выяснить, какая по ширине F опорная площадка имеет такую же несущую способность, что и указанный анкер. Сравнение производилось по максимальным сжимающим главным напряжениям.

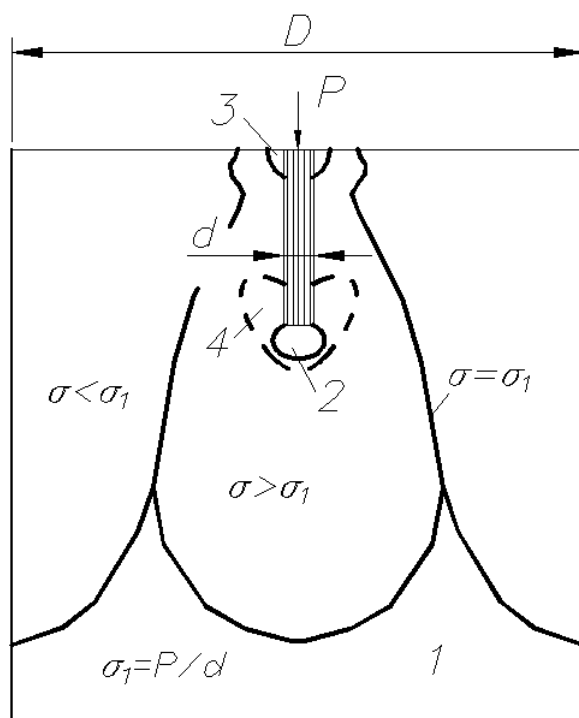


Рис. 1. Схема распределения напряжений в бетоне (обозначения см. в тексте).

2. Анализ напряженного состояния бетонного массива

В случае распределения усилия по площадке максимальные напряжения будут равны P/F . В случае передачи их через анкер зависимость более сложная. Ее характеризует напряженное состояние представленное на рисунке 1. Анализ полученных результатов позволил выделить 4 зоны. В зоне 1 напряжения

распределились по ширине D и их значения равны

$$\sigma_1 = \frac{P}{D} \quad (1)$$

В зонах 2 и 3 действуют максимальные сжимающие напряжения σ_2 и σ_3 . В зоне 4 действуют максимальные растягивающие напряжения σ_4 .

Анализ конкретных значений указанных напряжений для различных анкеров показал следующее. Напряжения σ_3 всегда больше σ_2 . Причем если увеличение длины анкера заметно снижает напряжения σ_2 , то на σ_3 влияние почти не оказывает. В цифрах это выглядит так. Увеличение длины анкера в 2 раза вызвало уменьшение σ_2 на 38%, а σ_3 всего лишь на 4%. Объяснить это можно так. Снижение напряжений под нижним концом анкера связано с восприятием части усилия сцеплением с бетоном по боковой поверхности, когда анкер работает как целое. Эта часть тем больше, чем длиннее анкер. Увеличение напряжений в бетоне у верхней части анкера связан с деформациями самого анкера, который сжимается под действием силы сверху и реактивных сил сцепления снизу. Напряжения в анкере падают от верха к низу, поскольку постепенно снижаются силами сцепления. Относительные деформации соответственно тоже уменьшаются по длине и имеют наверху максимальное значение, а значит именно наверху бетон зоны сцепления, который сжимается вместе с анкером, максимально сжат. И напряжения эти больше связаны с деформативными свойствами бетона и стали, нежели с размерами анкера и потому мало меняются при изменении его длины.

Снижение напряжений в самом анкере хорошо описываются экспоненциальной зависимостью. Причем при увеличении длины и уменьшении диаметра напряжения в анкере падают быстрее. Это способствует снижению σ_3 , хотя и не так активно как хотелось бы.

3. Сравнение по несущей способности анкера и опорной площадки

Для сравнения несущей способности анкера длиной L и диаметром d с опорной площадкой размером w , были определены значения максимальной силы P^* , которая может быть безопасно передана на анкер. Критерием безопасности являлось ограничение характерных напряжений, возникающих в бетоне. По полученной силе были найдены минимальные размеры площадки опирания w^* для безопасного восприятия этой силы по условию ограничение напряжений смятия.

Так были получены 16 размеров опорных площадок при разных относительных диаметрах анкера d/D и относительных длинах анкера L/d . Далее были определены отношения размеров опорных площадок к диаметрам соответствующих анкеров, w^*/d . Найденные отношения

представлены на графике на рисунке 2, где объединены в четыре кривые для различных относительных диаметров анкера d/D .

Ограничивающие напряжения при проведении указанных вычислений были приняты для бетона класса В30. Для других бетонов полученные результаты будут мало отличаться, поскольку внутри одного класса предельные напряжения связаны между собой прямыми зависимостями.

4. Заключение

Как видно из зависимостей, представленных на рисунке 2 в рамках проведенных исследований анкер позволил снизить размер опорной части до 6 раз по сравнению с обычным опиранием. Причем эффективнее уменьшать диаметр анкера, чем увеличивать его длину. А поскольку напряжения в бетоне довольно быстро падают по мере отдаления от анкера

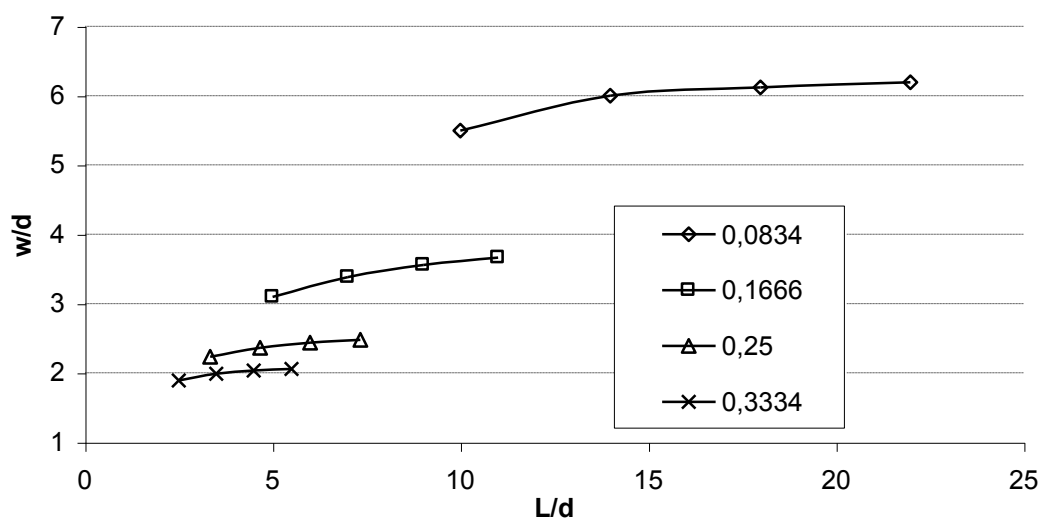


Рис. 2. Связь между относительными размерами анкеров и опорных площадок

то представляется выгодным использовать группу анкеров меньшего диаметра вместо одного большого, что так же благотворно должно сказаться на работе анкерного крепления в случае передачи на него сочетания вертикальной и горизонтальной нагрузки и изгибающего момента.

5. Литература

Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов без предварительного напряжения арматуры. ЦНИИ промзданий Госстроя СССР и др. М: ЦИТП., 1989

УДК 624.21.093

ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ СТАЛЬНЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ МОСТОВ СО СКВОЗНЫМИ ГЛАВНЫМИ ФЕРМАМИ

В.А. Бешлиу

Аннотация

В настоящее время технологичность является одной из приоритетных проблем строительства. Ранее технологичность мостовых конструкций практически не изучалась. Это и определяет актуальность исследований в данном направлении. В железнодорожных мостах больших пролетов преимущественное применение имеют типовые стальные пролетные строения со сквозными главными фермами пролетами от 33 до 110 м. Поэтому, исследования технологичности данных пролетных строений необходимы в первую очередь.

Ключевые слова: технологичность; главные фермы; пролетное строение; комплексный показатель

Введение

Технологичность конструктивных решений мостов (заводская, транспортная, монтажная, эксплуатационная) выросла в актуальную проблему еще на заре индустриализации мостостроения в 1950-е годы. Однако, в силу того что этой проблеме не уделялось должного внимания, по сей день многие вопросы технологичности выпадают из поля зрения при проектировании мостовых конструкций, отсутствуют данные исследований, анализа, теоретические проработки в этом направлении.

Автор занимается исследованием технологичности комплекса типовых стальных пролетных строений железнодорожных мостов с решетчатыми главными фермами пролетами $l_p = 33 \div 110$ м (типовой проект серии 3.501.2 – 139, инв. №1293, Гипротрансмост, 1998г.). При создании этого комплекса болтосварных пролетных строений еще в начале 1970-х годов предполагалось его использование при массовом строительстве железнодорожных мостов в отдаленных районах (БАМ, Тюмень – Сургут – Новый Уренгой, Абакан – Тайшет и др. линии). Для этого на заводах мостовых металлоконструкций были созданы поточные линии, освоена технология монтажа и специальные средства механизации. В современных условиях единичного производства по индивидуальным заказам, в том числе в рамках гибкой технологии строительства мостов, представления о конструктивно-технологических решениях в корне меняются. В свою

очередь это заставляет вновь обратиться к актуальной проблеме технологичности конструкций, пересмотрев ее в новом свете.

1. Комплекс показателей оценки технологичности

Основными методологическими вопросами любой комплексной оценки, в том числе и технологичности проектов, являются формирование набора показателей оценки, их структуризация, комплексирование и определение вклада частных показателей в интегральный критерий оценки.

Исследования технологичности конструкций зданий начинаются с 1960-х годов. Авторы всех работ, как правило, априорно предлагают для оценки технологичности многочисленные абсолютные и относительные показатели. Разработаны сотни показателей, но это обилие объясняется не столько спецификой задач, сколько отсутствием методов обоснования необходимого и достаточного состава показателей. Среди исследователей нет единого мнения, когда и какие показатели должны применяться (Гусаков А.А., 1983).

Формирование необходимого и достаточного комплекса показателей технологичности стальных пролетных строений мостов должно иметь системотехнический характер и описывать основные подсистемы объекта как конструктивно-технологической системы (КТС) (Владимирский С.Р., 1994).

С учетом специфики исследуемого объекта предлагаются следующие группы показателей оценки его технологичности, в совокупности составляющие комплексную оценку:

- объемно-конструктивные решения;
- технические качества объекта;
- технологичность заводского изготовления;
- технологичность транспортирования конструкций;
- монтажная технологичность;
- эксплуатационная технологичность;
- экономичность.

Подход к объемно-конструктивным решениям предусматривает прежде всего оценку генеральных геометрических параметров комплекса пролетных строений. Дело в том, что в истории типового проектирования стальных решетчатых пролетных строений, начиная с первого проекта Н.А. Белелюбского 1884 г. и до конца 1930-х гг., было характерным назначение для каждого пролета оптимальной длины панели и высоты фермы, вплоть до изменения типа решетки и очертания верхнего пояса фермы. Первые серьезные унификация и стандартизация были достигнуты в типовом проекте «Проектстальконструкция» 1944 г. Затем, начиная с 1950-х гг., принимаются три серии унифицированных схем. Современные

индивидуальное проектирование и решения по конструкции проезжей части и герметизации элементов и узлов главных ферм вызывают необходимость пересмотра типовых геометрических схем, может быть с новыми принципами унификации.

Технические качества объекта как раз и характеризуют степень типизации, унификации, стандартизации, отражающиеся, прежде всего на материалоемкости пролетных строений.

Технологичность заводского изготовления всегда было принято характеризовать, прежде всего, трудозатратами по основным технологическим переделам (Мамлин Г.А., 1994). Однако это односторонний показатель, кроме него следует учитывать: однородность технологии, число обрабатываемых деталей, отправочных марок, используемой оснастки и др.

Технологичность транспортирования конструкций характеризуется степенью укрупнения, габаритностью конструкций, полнотой загрузки транспортных средств и т.д.

Показатели монтажной технологичности формируют две группы: абсолютных и относительных показателей (Владимирский С.Р., 1998).

К числу абсолютных показателей можно отнести следующие: размер панели (пролета) монтируемой конструкции (Θ_1), количество конструктивных элементов (Θ_2), максимальная масса элемента (Θ_3), общая масса монтируемой конструкции (Θ_4), количество узлов и монтажных соединений (Θ_5), количество укрупненных монтажных марок (Θ_6).

Относительные показатели монтажной технологичности:

- разноразмерность конструкций

$$\Theta_7 = P_{cp} / \Theta_3, \quad (1)$$

$$\text{при } P_{cp} = \left(\sum_{i=1}^{k_T} P_i k_i - P_{\max} k_{\max} \right) / \left(\sum_{i=1}^{k_T} k_i - k_{\max} \right),$$

где P_i – масса элемента i -го типа; k_i – количество элементов i -го типа; $k_{\max}$ – количество элементов с максимальной массой; k_T – количество типов элементов;

– разнотипность конструкции

$$\Theta_8 = n / \sum_{i=1}^n m_i, \quad (2)$$

где n – количество видов конструкций; m – количество типов конструкций i -го типа;

- крупность конструкции (удельный показатель)

$$\Theta_9 = k / F, \quad (3)$$

где k – общее количество элементов, F – основной измеритель (длина или площадь конструкции);

– коэффициент укрупнения конструкции на монтаже

$$\Theta_{10} = \Theta_2 / \Theta_6; \quad (4)$$

– коэффициент загрузки монтажного крана (удельный показатель)

$$\Theta_{11} = \Theta_3 / Q_{\text{кр}}, \quad (5)$$

где $Q_{\text{кр}}$ – грузоподъемность крана;

– другие показатели.

Оценку эксплуатационной технологичности составляют показатели, характеризующие долговечность, удобство содержания и ремонта конструкций.

Наконец, экономичность предусматривает стоимостную оценку по всем указанным выше функциональным подсистемам.

В качестве источников данных для оценки технологичности комплекса пролетных строений используются:

- 1) чертежи КМ (конструкции металлические) типового проекта;
- 2) заводские чертежи КМД (конструкции металлические детализовочные);
- 3) типовые решения по технологии сборки и монтажа пролетных строений разработки Гипротрансмоста 1990 г. (шифр 5861 – ...);
- 4) типовые технологические карты разработки института ВПТИТРАНССТРОЙ 1980-х годов;
- 5) сметная документация по конкретным проектам.

Таким образом, в основном используем формальные показатели проектных решений, дополняя их при необходимости неформализованными, в частности экспертными, оценками.

2. Методология построения математической модели

Следующий вопрос состоит в методологии построения математических моделей, описывающих исследуемую характеристику системы.

В целях определения подмножеств факторов, экстраполяции и построения модели, коррекции ковариат, классификации, нахождения скрытой структуры факторов, экономного и сокращенного описания в принципе необходимо использовать набор статистических методов: регрессия, дискриминантный анализ, кластеризация, факторный анализ, многомерное шкалирование, многомерный дисперсионный и ковариационный анализ. При известных функциях распределения

случайных величин полезным представляется статистическое моделирование (метод Монте-Карло) (К. Энслейн и др., 1986).

Однако, применение совокупности статистических методов возможно лишь при достаточном объеме статистики эксперимента. В данном случае удастся получить формальные данные, к которым следует относиться как к случайным величинам, но в количестве только семи штук – для каждого из семи пролетных строений комплекса $l_p=33\div 110$ м. В такой ситуации для построения локальных моделей наиболее подходящим методом представляется планирование активных (сравнительных) экспериментов при n факторах на m уровнях (Маркова Е.Ф. и др., 1979).

Комплексный показатель технологичности представляется в виде функции (свертки) частных (локальных) моделей или показателей методами принятия решений в многокритериальном случае. При этом вновь встает проблема оценки вклада частных показателей в глобальную целевую функцию (Владимирский С.Р., 1998).

3. Заключение

Таким образом в данной статье предложены комплексные показатели оценки технологичности комплекса типовых стальных пролетных строений железнодорожных мостов с решетчатыми главными фермами пролетами $l_p = 33\div 110$ м и намечены основные пути построения математической модели для их определения.

4. Литература

- Гусаков А.А. Системотехника строительства. – М.: Стройиздат, 1983. – 440 с.
- Владимирский С.Р. Системотехника мостостроения: методология и практические приложения. – СПб.: Питер, 1994. – 286 с.
- Мамлин Г.А. Производство конструкций стальных мостов. – М.: Транспорт, 1994. – 391 с.
- Владимирский С.Р. Современные методы проектирования мостов. – СПб.: Папирус, 1998. – 493 с.
- Статистические методы для ЭВМ / Под ред. К. Энслеина, Э. Релстона, Г.С. Уилфа: Пер.с англ. / Под ред. М.Б. Малютова. – М.: Наука, 1986. – 464 с.
- Маркова Е.Ф., Лисенков А.Н. Комбинаторные планы в задачах многофакторного эксперимента. – М.: Наука, 1979. – 345 с.

УДК 625.745.12

ДЛИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОРНЫЙ МОНИТОРИНГ АВТОДОРОЖНЫХ МОСТОВ. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

О.В. Гарамов

Аннотация

Эффективность использования системы мониторинга достигается за счет экономии времени и средств, необходимых на планово-предупредительные и капитальные ремонты мостов, на диагностику и специальные обследования. Для разработки подобной системы необходимо обоснование методического, инструментального, технического и программного обеспечения.

Ключевые слова: мониторинг; мост; испытания; контроль; деформация; устойчивость

Введение

Мониторинг как инструмент научных исследований начал использоваться в 1971 году. В начальный период под мониторингом подразумевалась система наблюдения за окружающей средой, с целью контроля над опасными для человека процессами в природе и негативными воздействиями на неё. Впоследствии трактовка самого термина менялась в различных исследованиях в зависимости от преследуемых целей и задач. В существующих отечественных мостах, как правило, отсутствует какая-либо система мониторинга. Для возможности определения напряженного состояния конструкций приходится, по сути, каждый раз заново оборудовать мост системой датчиков и т.д.

1. Проблемы эксплуатации автодорожных мостов

Анализ работы эксплуатационных служб Северо-Западного региона показывает необходимость выработки системы проведения инженерного состояния автодорожных мостов. Эффективность использования системы достигается за счет экономии времени и средств, необходимых на планово-предупредительные и капитальные ремонты мостов, на диагностику и специальные обследования. Для разработки подобной системы необходимо обоснование методического, инструментального, технического и программного обеспечения. Большое количество конструкций, элементов и узлов, уникальность многих параметров, отсутствие аналогов, необходимость индивидуального проектирования – это далеко не полный перечень особенностей мостовых сооружений.

Реальные эксплуатационные параметры моста зачастую сильно расходятся с расчетными значениями, которые были спрогнозированы по расчетным схемам отдельных элементов до объединения элементов в систему. Комплексность методов и видов наблюдений при организации мониторинга предполагает использование широкого спектра методов наблюдений - от наземных полевых исследований до дистанционного зондирования и космических технологий. Значительные объемы информации, ее содержание, вид, оперативность доступа к информационным ресурсам стали основными причинами появления информационных технологий, основанных на геоинформационных системах. Глобальная сеть позиционирования GPS-NAUSTAR (США) представляет собой систему из 28 навигационных искусственных спутников Земли, сети наземных станций слежения за спутниками и центров обработки информации. Система GPS дает возможность определить координаты в любой точке земного шара, в любое время, в любых погодных условиях. При этом в зависимости от методики измерений, типов и классов аппаратуры точность измерения может составлять от 100 м до 1 см.

2. Обзор зарубежного опыта мониторинга автодорожных мостов

Программа мониторинга мостов, основанная на GPS-системе, разрабатывается и апробируется в настоящее время в Ноттингемском Университете (Великобритания). В основе программы лежит система приёмников и передатчиков закодированных сигналов, которая во взаимодействии с комплексом математических расчетов количества волн между ними позволит определить действительное перемещение мостовой конструкции с точностью до сантиметра. В настоящее время проводятся испытания программы на ряде мостов Великобритании, в частности на мосту Number в Ноттингеме. Результаты определения смещения элементов конструкции, полученные при использовании GPS-приемников, установленных в различных точках 1410 метрового пролетного строения при загрузке пролета временной погрузкой в виде пяти грузовиков, общим весом более 160 тонн, оказались более точными по сравнению с результатами, полученными традиционными способами. На дальнейшую разработку программы выделено 500 000\$ из Британского фонда инженерно-физических научных исследований.

Из готовых к использованию решений можно назвать разработку BMX (Bridge Management Expert) фирмы Research Engineers Europe Ltd., расположенной в г. Бристоль (Великобритания). BMX представляет собой систему, основанную на консолидации компьютерной технологии и многолетнего опыта наблюдений за мостовыми сооружениями. BMX может быть использована:

1. Для проведения мостовых инспекций с возможностью выдачи отчетов о состоянии сооружения, прогнозов развития дефектов, также методов их устранения и замедления, периодичности проведения определенных мероприятий.

2. Для проведения диагностики отдельных элементов сооружения. Результаты натурных наблюдений вводятся в базу данных сооружения, после чего выдаются рекомендации по возможности или невозможности дальнейшей эксплуатации элемента.

3. Для обработки результатов периодических осмотров.

4. Для обработки результатов испытаний сооружения с выдачей дальнейших рекомендаций.

5. Для прочих целей, связанных с вопросами мониторинга мостовых сооружений.

ВМХ может быть интегрирована с GPS-системой и прочими геоинформационными системами. Стоимость одного комплекта системы ВМХ составляет порядка 15 000 евро. В настоящее время рассматриваются возможности доработки системы до российских стандартов и продвижения ее на рынке РФ.

Учеными норвежского геотехнического института установлена система мониторинга на мосту Dalsan в Южной Корее. Специалистам пришлось вылетать в Южную Корею только один раз для установки аппаратуры и датчиков. Датчики считывают информацию на мосту, которая через модем в виде рапортов передается в Норвегию, для дальнейшей обработки. В процессе работы система не требует постоянного присутствия специалистов. Осмотр и техническое обслуживание аппаратуры производит техник, который один раз в месяц прилетает из Норвегии.

3. Проекты длительного приборного мониторинга эксплуатируемых мостов в России

На строящемся через р. Неву вантовом мосту в Санкт-Петербурге устанавливается система мониторинга, разработанная финской фирмой Futurtech. Для оценки вибрации и микродвижений пилонов, установлены 3-х мерные акселерометры, разработанные фирмой GROSS BOW (Финляндия). Для оценки прочих перемещений установлены датчики терморезисторов и лазерные датчики смещения. Для передачи информации с датчиков задействованы 28 информационных каналов. Специальный преобразователь преобразует аналоговый сигнал поступающий с датчика, в цифровой, который в дальнейшем поступает на сервер. Сервер пакетирует сигналы и выдает статистику на клиентскую машину. В данный момент система установлена и по идее своей должна быть задействована уже в процессе монтажа вант, однако из-за низкого уровня технологической культуры, часто происходят сбои в ее работе.

Из отечественных систем можно выделить систему СТКМ-ИС, разработанную НИИ мостов в г. Санкт-Петербурге. На основании системы СТКМ-ИС создана система мониторинга состояния пролетного строения.

Система СТКМ-ИС предназначена для получения информации о напряжениях, возникающих в мостовых и других сооружениях в процессе эксплуатации и испытаний. Результаты представляются в цифровом и графическом виде на пульте управления непосредственно на объекте, а также могут быть обработаны с помощью специальных программ в стационарных условиях при использовании ПК. Систему можно разделить на 3 компонента: датчики, нормирующий усилители восьмиканальные нормирующие блок. Система совместима с различными типами датчиков (напряжений, перемещений, температуры) и прогибомерами. Нормирующий усилитель обеспечивает подключенный к входу датчик напряжением питания 5 В. Восьми канальный нормирующий блок предназначен для обработки информации полученной одновременно с 8-ми датчиков. При необходимости получения информации с большего количества датчиков применяется несколько нормирующих блоков. Вся информация передается в ПЭВМ пользователя для дальнейшей обработки.

Аналогичные системы тензометрического контроля разработаны в ВНИИ транспортного строительства и Сибирском Государственном Университете Путей Сообщения с разницей в количестве и типах устанавливаемых датчиков. Среди них можно отметить лазерный прибор для измерения угловых перемещений объекта, разработанный в ВНИИ транспортного строительства. Прибор состоит из 2-х блоков: лазерного передатчика и линейки фотоприемников. По сигналу луча лазера фотоприемник определяет мгновенное значение наклона луча в вертикальной плоскости и горизонтальное смещение относительно этой плоскости.

Санкт-Петербургским Техническим Университетом разработано устройство для рентгенографического определения напряжений (ТРИМ), на основе метода рентгеновской тензоэметрии. В основе метода лежит измерение деформации поликристаллического материала при помощи дифракции рентгеновских лучей и использовании закона Гука для определения величины и знака напряжения, которые представляются на мониторе сразу же после окончания экспозиции.

Анализ деятельности служб эксплуатации, наблюдения и надзора за автодорожными мостами в РФ показывает, что наиболее существенные недостатки в их работе связаны с отсутствием единой комплексной системы, которая могла бы обеспечить полноту, достоверность и обновление информации.

Жизненный цикл автодорожных мостов как сложных строительных сооружений определяет необходимость организации системы инженерного мониторинга. Функционирование системы инженерного мониторинга

обеспечивается путем разработки комплекса проблемно ориентированных программ. Применение системы комплексного мониторинга позволит обеспечить непрерывный эксплуатационный цикл автодорожных мостов за счет более частой диагностики, оперативных стабилизирующих воздействий на систему мостовых сооружений и, если необходимо, инженерно-конструктивных доработок без остановки эксплуатации моста. Введение системы мониторинга функциональных параметров эксплуатируемых автодорожных мостов позволит постоянно отслеживать изменения состояния конструкций, своевременно выявлять критические состояния элементов сооружений, принимать оптимальные решения по повышению их несущей способности, надежности и долговечности.

4. Заключение

Изучение отечественного и зарубежного опыта позволяет выявить общие закономерности в практическом решении проблемы эксплуатационной устойчивости сооружений. В системах слежения за техническим состоянием мостовых сооружений в развитых странах необходимо видеть перспективные направления развития и проанализировать возможности их применения в отечественной практике.

5. Литература

СНиП 2.05.03–84. «Мосты и трубы»

Методические указания по вибродиагностике автодорожных мостов», утвержденные Гос. службой дорожного хозяйства Минтранса РФ в 2001

Самитов Р.А. Системотехнический анализ сложных строительных сооружений. Казанская государственная архитектурно-строительная академия. 2001

УДК 691.32

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОПРОЧНОГО БЕТОНА ПОВЫШЕННОЙ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ

И.В. Степанова

Аннотация

Разработан высокопрочный бетон автоклавного твердения с прочностью при сжатии до 150 МПа. В качестве основного сырья использован высокосиликатный цемент и тонкомолотый песок с $S_{уд.}=300 \text{ м}^2/\text{кг}$. В качестве добавки использована добавка «ДЭЯ-М», которая обеспечивает сдвиг кислотно-основного равновесия в

системе, таким образом увеличивая гидратационную активность цемента, сопровождающуюся гидролизом, что обеспечивает повышенное образование гидросиликатных фаз типа тобермолита, $C_5S_6H_5$. Полученный высокопрочный бетон естественного и тепловлажностного твердения при использовании кремнеземсодержащего компонента, представленного гелем кремневой кислоты, модифицированным калиевыми солями, типа $K_4Fe(CN)_6$ и $CHOOK$. Прочность при сжатии разработанного бетона естественного и тепловлажностного твердения достигает значения равного 100 МПа в проектном возрасте. Бетон отличается повышенной плотностью и долговечностью.

Ключевые слова: высокопрочный бетон; долговечность; прочность при сжатии; прочность при изгибе; трещиностойкость

Введение

Актуальной задачей настоящего времени является создание и разработка строительных материалов повышенной долговечности и надежности. Решение данной задачи возможно путем создания высокопрочных бетонов, которые при этом отличаются и повышенной прочностью при изгибе, высокой скоростью набора прочности, особенно в раннем возрасте, т.е. в первые 3-ое суток. Использование высокопрочных бетонов в строительстве перспективно с экономической и технологической точки зрения. Их использование, взамен традиционного тяжелого бетона позволяет уменьшить расход самого бетона примерно на 15%, а создание бетона высокопрочного повышенной трещиностойкости позволит уменьшить армирование конструкции примерно на 10% (Ахвердов И.Н. 1961). Высокопрочные бетоны отличаются повышенной долговечностью и срок службы их по сравнению с обычным бетоном увеличивается в два и более раза. Высокопрочные бетоны могут использоваться при высотном домостроении, на объектах ж/д транспорта в качестве опор для линии э/передач, для шпал, для переездов ж/д путей, а также в мостостроении. До настоящего времени массовое производство высокопрочных бетонов не организовано, поэтому разработка составов обеспечивающих получение высокопрочного бетона повышенной трещиностойкости является актуальной и своевременной. Решению данной задачи посвящено настоящее исследование.

В данной части работы были выполнены предварительные эксперименты в соответствии со следующими представлениями:

1. Высокопрочный бетон автоклавного твердения

Использование высокосиликатных промышленных цементов. В этом случае предполагалось, что должен быть обеспечен механизм связывания $Ca(OH)_2$, выделяющийся при гидратации C_3S , сопровождающийся гидролизом, в низкоосновные силикаты, которые должны обеспечить материалу повышенную прочность при сжатии и изгибе. Известно, что в

гидротермальных условиях происходит процесс связывания SiO_2 по реакции:



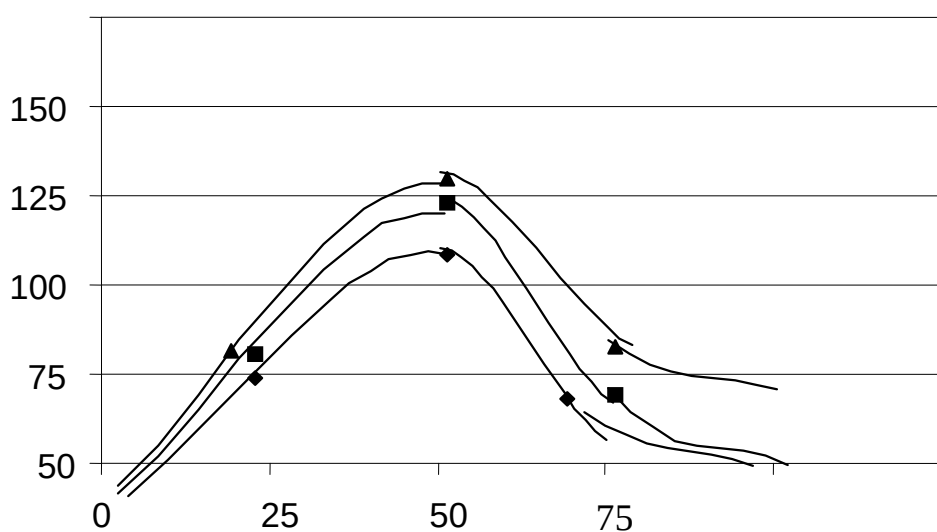
В работе были использованы следующие материалы:

- цемент высокосиликатный, с содержанием C_3S до 70%;
- песок Выборгского карьеро-управления с $S_{\text{уд.}} = 300 \frac{\text{м}^2}{\text{кг}}$;
- суперпластификатор С-3 в количестве 0,5%, при В/Ц=0,5.

Бетон подвергался гидротермальному твердению в автоклаве по режиму 6 – 2,5 – 8 – 4 (часа), при $t_{\text{из.}} = 172^\circ\text{C}$ и $p = 8$ атм.

Полученные данные представлены на рис.1.

$R_{\text{сж.}}, \text{МПа}$



% песка

1. $S_{\text{уд.песка}} = 200 \text{ м}^2/\text{кг}$;
2. $S_{\text{уд.песка}} = 300 \text{ м}^2/\text{кг}$;
3. $S_{\text{уд.песка}} = 400 \text{ м}^2/\text{кг}$

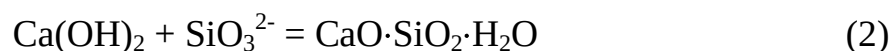
Рис. 1. Взаимосвязь прочности материала от количества песка

Установлено, что максимальную прочность при сжатии равную 150 МПа бетон приобретает при использовании песка с $S_{\text{уд.}} = 400 \text{ м}^2/\text{кг}$ в количестве 50%.

2. Бетон повышенной гидроизоляции и трещиностойкости

Второе направление получения высокопрочного бетона основано на использовании кремнеземсодержащего компонента, представленного золей кремневой кислоты (H_2SiO_3). Зо́ль H_2SiO_3 обеспечивает получение сверхплотного и высокопрочного бетона естественного и тепловлажностного твердения. Зо́ль кремневой кислоты, который имеет специальное название «Hardness»-жидкость, полученный по технологии, разработанной на кафедре «Инженерная химия и естествознание», содержит полианионы из силикатов при $\text{pH} \approx 6,5 \dots 7,5$ и не содержит других катионов, кроме ионов водорода.

Полагается, что в условиях тепловлажностной обработки происходит реакция:



Прохождение реакции (2) повышает степень гидратации цемента за счет сдвига кислотно-основного равновесия в сторону продуктов и связывания $\text{Ca}(\text{OH})_2$; кроме того, возможно дополнительное образование гидросиликата кальция, что и способствует дополнительному уплотнению структуры бетона и повышению его прочности при сжатии и изгибе. Экспериментально установлено, что бетон в присутствии «Hardness»-жидкости естественного и тепловлажностного твердения в проектном возрасте имеет прочность $R_{\text{сж.}}=100$ МПа, при этом $R_{\text{изг.}}=23$ МПа. Отношение $R_{\text{изг.}}/R_{\text{сж.}}=0,23$, что косвенно характеризует повышенную трещиностойкость бетона.

Физико-химическими исследованиями (рентгенофазовым и дифференциально-термическим), установлено, что в присутствии «Hardness»-жидкости образуются, в основном, низкоосновные гидросиликаты типа CSH(I) , волокнистой структуры, которые, по-видимому и способствуют повышению прочности при изгибе.

3. Заключение

Получен высокопрочный автоклавный бетон, с $R_{\text{сж.}}=150$ МПа при использовании высокосиликатного цемента и тонкомолотого песка с $S_{\text{уд.}}=400$ м²/кг.

Получен высокопрочный бетон повышенной трещиностойкости естественного и тепловлажностного твердения при использовании в качестве кремнеземсодержащего компонента золя кремневой кислоты.

4. Литература

Ахвердов И.Н. Высокопрочный бетон. Госстройиздат, 1961. с. 160

УДК 66.012

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ С УЛУЧШЕННЫМИ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

А.В. Бородуля

Аннотация

Теплофизические показатели строительной конструкции определяются свойствами каждой из составляющих. Рассмотрены возможности понижения теплопроводности штукатурных составов с использованием неорганических добавок нового типа.

Ключевые слова: теплопроводность; штукатурные составы; неорганические добавки

Введение

В связи с необходимостью развития теплосберегающих материалов, таких как пено и газобетоны, обостряется проблема штукатурных составов по ячеистым материалам, которые были бы близки по теплофизическим свойствам и способствовали бы улучшению теплофизики всей конструкции в целом. На сегодня отсутствуют теоретические основы создания покрытия на цементной матрице с управляемыми теплофизическими свойствами и поиск такого рода основы является задачей актуальной и практически важной.

1. Постановка задачи

Таким образом, целью настоящего исследования является изучение веществ добавок, влияющих на теплофизические свойства композиционного материала на основе цементной матрицы.

В связи с вышесказанным сформулируем основные задачи данной работы

- 1.Выяснить механизм теплопередачи в цементной матрице.
- 2.Подобрать вещества неорганических добавок снижающих теплопроводность композиции.
- 3.Разработать зависимости позволяющие прогнозировать и управлять теплопроводностью.
- 4.Разработать составы с заданной теплопроводностью.

2. Современные представления о теплопроводности

В основу данных исследований были положены современные представления физики твердого тела о том, что тепловая энергия в диэлектриках переносится квантами упругих колебаний решетки, которые рассматриваются как фононы. Известно что на теплопроводность существенное влияние оказывают дефекты кристаллической решетки.

3. Научная новизна работы

Научная новизна работы заключается в разработке теоретических положений о составах сухих строительных смесей с прогнозируемой теплопроводностью. Они заключаются в выборе вяжущих и добавок, снижающих повышающих дефектность структуры затвердевшего камня, влияющих на состав продуктов гидратации.

4. Практическая значимость работы

Практическая значимость работы заключается в проведении оценки теплопроводность строительных растворов с различными видами минеральных добавок: сульфаты и гидроксиды алюминия, тальк, каолин, гипс и других.

Проведен эксперимент, исходя из того, что если включить в цементный камень, как непрерывную фазу, вещества с как можно низкой энтальпией (величина отражающая внутреннее движение в веществе), можно добиться увеличения сопротивления колебаниям кристаллической решетки и как следствие снижения теплопроводности получившейся композиции.

5. Результаты исследования

Полученные результаты показывают что с уменьшением энтальпии - dHf298 и увеличением концентрации вещества добавки уменьшается коэффициент теплопроводности. При этом концентрация должна превысить определенный предел.

Для расчета теплопроводности в зависимости от концентрации добавки может быть использована эмпирическая формула Кингери У.Д.:

$$\lambda_{\text{нб}} = \lambda_{\text{д}} \frac{1 - V_{\text{д}}}{1 + V_{\text{д}}} \quad (1)$$

где $\lambda_{\text{ср}}$ – средняя теплопроводность, $\lambda_{\text{б}}$ – теплопроводность базового материала., $V_{\text{д}}$ – доля добавки. Однако данная формула отражает зависимость теплопроводности от концентрации, по массе, добавки, но не учитывает природы вещества.

Необходимо введение некоего коэффициента k имеющего некую зависимость от энтальпии - $dHf298$ $k = f(-dHf298)$. Тогда формула (1) примет вид:

$$\lambda_{\bar{n}\bar{\theta}} = k\lambda_{\bar{a}} \frac{1-V_{\bar{a}}}{1+V_{\bar{a}}} \quad (2)$$

Анализ полученных опытных данных для исследованных веществ показал, что наименьшее расхождение между опытными значениями теплопроводности и вычисленные по формуле (2) получаются после введения постоянной величины в знаменатель, тогда формула принимает следующий вид:

$$\lambda_{\bar{n}\bar{\theta}} = k\lambda_{\bar{a}} \frac{1-V_{\bar{a}}}{1+2.5V_{\bar{a}}} \quad (3)$$

Сравнивая опытные и рассчитанные значения теплопроводности для различных концентраций был получен коэффициент k для каждого вещества при этом расхождение опытных и расчетных значений теплопроводности не превышает 7 %.

Это позволяет сделать вывод о том, что учет энергетической природы вводимых композиционный материал добавок наполнителей позволяет прогнозировать некоторые теплофизические свойства композиции.

6. Заключение

1. Многократно (3-4 раза) повторить опыты с наиболее удачными добавками с целью получения статистических данных.

2. Выполнить опыты с комбинациями веществ.

3. Планируется для составов с наименьшей теплопроводности произвести рентгено-фазовый и электронно-лучевой анализы. Возможно, будут применены иные независимые физико-химические методы исследования.

7. Литература

Гуревич В.М. Кинетика фононных систем. М: Наука. 1980

Лыков А.В. Теория теплопередачи. М: Наука. 1967

Сватовская Л.Б. Оценка теплозащитных свойств композиционных материалов на цементной матрице.

УДК 691

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ СУХИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СМЕСИ С ПРОГНОЗИРУЕМОЙ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬЮ

А.А. Фиголь

Аннотация

Рассмотрены способы повышения трещиностойкости тонкослойных искусственных материалов на основе неорганических вяжущих веществ; определен характер влияния микронаполнителей, пластификаторов, синтетических волокон, растворимых и нерастворимых неорганических соединений и некоторых других веществ на усадку и трещиностойкость цементного теста и мелкозернистого бетона, работающего в тонком слое.

Ключевые слова: трещиностойкость; сухая строительная смесь; строительный раствор; структура бетона, окружные напряжения

Введение

Широкое использование отделочных и специальных сухих строительных смесей, особенностью которых, в отличие от бетонов или традиционных растворов является эксплуатация в тонком слое, делает актуальным исследование вопроса об их трещиностойкости.

Целью настоящего исследования является изучение факторов, влияющих на способность к образованию трещин отделочных и специальных сухих строительных смесей, а также разработка методов управления их трещиностойкостью.

Сформулируем основные задачи этого исследования:

- рассмотреть известные способы оценки трещиностойкости строительных растворов и бетонов (испытание колец Лермита, боковое сжатие цилиндрического образца на раскалывание и некоторые др.);
- выбрать методы исследования, наиболее подходящие для оценки способности к образованию трещин в том случае, когда раствор эксплуатируется в тонком слое; попытаться адаптировать существующие методы применительно к тонкослойным бетонам; в случае невозможности такой адаптации разработать новые, адекватные методы исследования;
- провести статистическую оценку данных, получаемых выбранным методом;
- классифицировать с помощью выбранного метода факторы, влияющие на склонность к образованию трещин строительных растворов, используемых для отделки, а также специальных строительных растворов.

1. Современное состояние проблемы и существующие методы исследования

Использование тонкослойных отделочных материалов на основе неорганических вяжущих веществ имеет большую историю, и их поведение достаточно хорошо изучено. Использование же специальных добавок полифункционального действия в сочетании с современными вяжущими материалами в составе строительных растворов является более современным и менее исследованным направлением строительной индустрии. Оно является тем более специфичным по причине бурного развития строительной химии и огромного разнообразия добавок и микронаполнителей для искусственных каменных материалов.

В настоящей работе разработаны теоретические положения о составах сухих строительных смесей с прогнозируемой трещиностойкостью. Они заключаются в выборе вяжущих и добавок, снижающих дефектность структуры затвердевшего камня, влияющих на состав продуктов гидратации, оптимизирующих структуру по механизму «демпфирования» трещин, и по механизму армирования цементного теста (здесь подразумевается использование синтетических волокон).

Из известных существующих методов оценки растягивающих напряжений, вызывающих трещинообразование при пластической усадке, следует упомянуть испытание образцов – «восьмерок». К сожалению, из-за сравнительно больших габаритов образцов (площадь шейки, по которой происходит разрыв, составляет $2 \times 2 = 4 \text{ см}^2$) нельзя сказать, что данный метод достаточно хорошо повторяет условия работы тонкослойных цементных материалов. Кроме того, с помощью этого метода невозможно количественно оценить усадку искусственного камня. Теми же недостатками обладает испытание на раскалывание при боковом сжатии цилиндрического образца (Невилль А.М., 1972). Наиболее подходящим способом исследования для данной работы является испытание по методу кольца, применяемый во Франции (Лермит Р., 1959; Венюа М., 1980). Но и он не лишен недостатков. Он не позволяет выявить характер зависимости усадка – трещиностойкость, дает большое рассеяние результатов измерений. И, что самое важное, до сих пор исследователям не удавалось установить какой – либо явной зависимости между временем трещинообразования кольца и трещиностойкостью конструкции или рабочего отделочного слоя материала на цементной основе.

2. Выбор метода исследования и его обоснование

В качестве основного способа исследования был принят метод испытания цементных и растворных колец на растяжение сферической воздушной камерой.

Первоначально изготавливаются образцы – кольца сечением $1,5 \times 1,5$ см внутренним диаметром 18 см. После конца схватывания ($8 \text{ часов} \pm 1 \text{ час}$)

они вынимаются из опалубки и измеряются. После этого они хранятся в стандартных условиях 14 суток. По прошествии этого срока они повторно измеряются. Разница между первым и вторым измерением позволяет количественно оценить усадку, что не позволял делать ни один из существующих методов (1):

$$\varepsilon_{\text{отн}} = \frac{D_1 - D_2}{D_1}, \quad \frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0} \quad (1)$$

Затем образец испытывается на растяжение путем нагнетания воздуха насосом в резиновую камеру соответствующего диаметра, которая помещается внутрь исследуемого кольца. Давление при этом фиксируется манометром, входящим в состав лабораторной установки.

Кроме этого, проводится исследование процесса структурообразования по изменению водопоглощения, капиллярного подсоса, водотвердому отношению. При этом для оценки трещиностойкости использована величина, определяемая по формуле 2:

$$T = \frac{\sigma_{\varphi}}{\varepsilon_{\text{отн}} \cdot \left(\frac{B}{T}\right) \cdot \left(\frac{C-B}{C}\right)} \quad (2)$$

3. Влияние различных типов добавок и наполнителей на трещиностойкость цементного теста

Была произведена оценка трещиностойкости строительных растворов с различными видами минеральных добавок: граншлак, доломит, гранит, известь, гипс, микротальк, микробарит и других. Произведена также оценка трещиностойкости тонкослойных бетонов и с труднорастворимыми минеральными добавками, такими как оксид меди, оксид никеля и другими. Испытывалась трещиностойкость исследуемых материалов и с добавлением неорганических веществ (хлорид кальция, сульфат магния и др.), а также органических добавок, традиционно используемых в составе сухих строительных смесей (сухие латексы, синтетическое волокно и др.). При этом были использованы цементы различных марок. Все исследуемые составы были подобраны равноподвижными ($OK=10\text{см}$). При этом некоторые добавки снижали водопотребление по сравнению с контрольными образцами (цементные образцы без добавок). К таким добавкам относятся сухие латексы и пластификаторы (в частности С-3). Некоторые добавки, такие как бентонит, каолин, гипс, микрокремнезем наоборот повышали водопотребление составов.

Были проведены несколько серий испытаний как с использованием прибора Михаэлиса, колец Лермита так и вышеописанным способом.

По результатам проведенных испытаний можно сделать следующие выводы:

- функциональные добавки и наполнители, изменяющие прочность цементного раствора на растяжение, изменяли ее согласно прогнозам; в некоторых случаях удалось добиться значительного увеличения прочности материалов на растяжение при незначительном увеличении усадки, т.е. повысить трещиностойкость образцов - колец;

- были предприняты попытки установить зависимость между трещиностойкостью образцов – колец и трещиностойкостью материалов в условиях стройплощадки;

- была достигнута достаточно высокая стабильность результатов, о чем можно судить по небольшому разбросу значений растягивающих напряжений;

- была выявлена явная зависимость величины выдерживаемых материалами растягивающих напряжений от марки цемента, что на первоначально этапе исследований не казалось очевидным;

- была подтверждена зависимость величины усадки от тонкости помола вяжущего неорганического вещества и водотвердого отношения.

Перечисленные выше аргументы позволяют судить об адекватности нового метода испытаний тонкослойных цементных материалов. Более того, вновь предлагаемый метод имеет несомненные преимущества перед традиционным:

- отсутствие концентрации напряжений в местах приложения нагрузки;

- простота и доступность используемого лабораторного оборудования;

- равномерность приложения нагрузки;

- более высокая стабильность результатов испытаний, меньшее их рассеяние по сравнению с традиционными методами;

- возможность измерения усадки, которая, как известно, является главной причиной появления трещин в тонкослойных.

Таким образом, показано, что выбранные для оценки трещиностойкости строительных растворов критерии позволяют целенаправленно производить выбор вяжущих веществ и добавок.

4. Практические результаты исследований

Разработаны составы сухих строительных смесей для санации стен, используемых при реставрации исторических зданий, сухих строительных смесей для растворов с нормируемой водонепроницаемостью, а также сухих смесей для выравнивания полов слоем 3-7 мм.

К веществам, наиболее эффективно снижающим степень трещинообразования, можно отнести следующие:

- оксиды d-металлов;

- фториды;

- микронаполнители, создающие пористую «демпфирующую» структуру цементного камня.

5. Заключение

Проведенные эксперименты определили дальнейшие направления исследования:

- многократно (3-4 раза) повторить опыты с наиболее удачными добавками и микронаполнителями с целью получения статистических данных;

- выполнить опыты с комбинациями веществ с разными механизмами действия по уменьшению степени трещинообразования. В частности, уже выполнены испытания составов с микронаполнителями (гранит, граншлак, микротальк, микробарит, доломит) в присутствии добавки, снижающей водопотребление (пластификатор С-3);

- планируется для наиболее устойчивых к трещинообразованию составов произвести рентгено – фазовый и электронно-лучевой анализы. Возможно, будут применены иные независимые физико-химические методы исследования.

6. Литература

Лермит Р. Проблемы технологии бетона. М: Госстройиздат. 1959

Невилль А.М. Свойства бетона. М: Стройиздат. 1972

Венюа М. Цементы и бетоны в строительстве. М: Стройиздат. 1980

УДК 621.644

О ГИДРАВЛИЧЕСКОМ УДАРЕ В НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ, ПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ СТОЧНЫЕ ВОДЫ

Н.В. Твардовская

Аннотация

Для обеспечения надежной работы напорных трубопроводов водоотведения необходим расчет параметров потока и организация соответствующей защиты данных сооружений от резких повышений давления (гидравлических ударов), которые при подаче сточных вод имеют свои особенности. Предлагаемая методика расчета основных гидродинамических параметров при гидравлическом ударе учитывает многофазность данного напорного потока. Также в работе даны основные рекомендации по выбору противоударных средств для защиты напорных трубопроводов систем водоотведения.

Ключевые слова: неустановившееся напорное течение; гидравлический удар; сточные воды; многофазная жидкость; континуальный метод; скорость распространения ударной волны; коэффициент гидравлического трения; метод характеристик; скорость потока; давление гидравлического удара; противоударная защита.

Введение

В настоящее время для транспортирования сточной жидкости от жилых кварталов и промышленных предприятий к станциям очистки часто возникает необходимость напорной подачи стоков, особенно в случае развития и застройки современных городов в местностях со сложным рельефом, а также для городов-мегаполисов.

Резкие повышения давления в таких системах могут приводить к авариям, при которых возможно загрязнение окружающей среды сточными водами. Чтобы обеспечить надежную работу данных сооружений, как на стадии проектирования, так и в процессе эксплуатации необходимо проведение соответствующих расчетов трубопровода на гидравлический удар. От точности проведения таких расчетов во многом зависит выбор наиболее эффективных средств противоударной защиты и материала труб.

Исследованием неустановившегося течения в трубах занимались Н.Е.Жуковский, В.Стритер, Л.Ф.Мошнин, Н.А.Картвелишвили, И.А.Чарный, К.П.Вишневский, Д.Н.Смирнов, Л.Б.Зубов, Г.И.Мелконян, Б.Ф.Лямаев, А.Г.Джваршеишвили, Л.И.Махарадзе, Г.И.Кирмелашвили, В.М.Алышев, В.С.Дикаревский, О.Г.Капинос и многие другие. В результате чего были разработаны методики расчета гидравлического удара для напорных трубопроводов гидроэнергетики, систем питьевого и сельскохозяйственного водоснабжения, гидротранспорта.

Изучение гидравлических ударов в напорных потоках сточных вод по нашим данным до сего времени вообще не проводилось и специальной методики расчета для напорных водоотводящих систем создано не было. В связи с этим была поставлена задача разработать методику расчета гидродинамических параметров потока сточных вод и дать основные рекомендации по противоударной защите напорных систем водоотведения.

1. Расчет напорных трубопроводов водоотведения на гидравлический удар

1.1. Особенности математического описания неустановившегося напорного течения сточных вод

Сточные воды по своему составу являются наиболее сложной физико-химической системой с точки зрения описания процессов неустановившегося течения по сравнению с другими жидкостями, подвергающимися напорной транспортировке.

На сегодняшний день не существует четкой теории, описывающей неустановившееся течение многофазной и многокомпонентной жидкости. Для описания движения такой неоднородной жидкости в данной работе использован наиболее широко применяемый в этом случае *континуальный метод*. В его основе лежит предположение, что все три фазы равномерно распределены по всему объему осреднения (континуума). При таком подходе напорный поток рассматривается как условно-однородная жидкость, в которой наличие газовой и твердой составляющих влияет на величину коэффициента гидравлического трения λ и скорость распространения волны гидравлического удара C , а неустановившееся напорное течение его описывается системой дифференциальных уравнений, включающей в себя уравнение неразрывности и уравнение количества движения жидкости (Дикаревский В.С., 1997):

$$\begin{cases} \frac{\partial P}{\partial t} + V \frac{\partial P}{\partial x} + \rho C^2 \frac{\partial V}{\partial x} = 0 \\ \rho \left(\frac{\partial V}{\partial t} + V \frac{\partial V}{\partial x} \right) + \frac{\partial (P + \rho \cdot g \cdot z)}{\partial x} + \frac{\lambda \rho}{2D} V |V| = 0 \end{cases} \quad (1)$$

где: P - давление, Па;

t - время, с;

V - скорость течения потока, м/с;

ρ - плотность напорного потока, кг/м³;

C - скорость распространения ударного импульса, м/с;

g - ускорение свободного падения, $g = 9,81$ м/с²;

z - высотная отметка трубы, м;

D - диаметр трубопровода, м;

λ - коэффициент гидравлического трения.

1.2. Определение скорости распространения волны гидравлического удара

Скорость распространения ударной волны C является одной из основных характеристик гидравлического удара. Ориентируясь на работы грузинских ученых (Джваршеишвили А.Г., Кирмелашвили Г.И., 1965), а так же принимая во внимание более точный метод учета влияния нерастворенного воздуха, используемый В.С.Дикаревским (Дикаревский В.С., 1997), для вычисления величины C в сточных водах была выведена соответствующая формула (Твардовская Н.В., 2003). Она позволяет определять скорость распространения волны гидравлического удара в зависимости от газосодержания стоков и концентрации твердой фазы в потоке.

1.3. Расчет основных параметров потока при гидравлическом ударе

Для интегрирования системы дифференциальных уравнений неустановившегося напорного течения (1) в работе используется наиболее распространенный метод расчета – *метод характеристик*. Используя его, определение скорости потока и давления гидравлического удара в напорных трубопроводах водоотведения с учетом вносимых поправок предлагается вести аналогично методике расчета, описанной в работе (Дикаревский В.С., Капинос О.Г., 2003), учитывающей возможность возникновения разрывов сплошности потока по длине трубопровода и особенности его продольного профиля.

Как отмечалось, наличие газовой и твердой составляющих в потоке учитывается при расчете скорости распространения ударной волны C . Коэффициент гидравлического трения λ в этом случае, согласно исследованиям (Джваршеишвили А.Г., Кирмелашвили Г.И., 1965; Дикаревский В.С., 1997), принят равным аналогичному коэффициенту при установившемся режиме. Подобное допущение для систем водоотведения лежит и в основе расчетов самотечного движения стоков по трубам и каналам.

Определение коэффициента гидравлического трения λ для бытовых сточных вод выполняется по формуле Н.Ф.Федорова, учитывающей материал, а также качество внутренней поверхности применяемых в водоотведении труб (Федоров Н.Ф., 1964). Для сильнозагрязненных сточных вод, что характерно для производственных стоков, а также различных жидких осадков учет дополнительных сопротивлений, возникающих в потоке из-за наличия твердого вещества предлагается вести по формуле, используемой В.К.Тарасовым (Тарасов В.К., 1990) для напорных взвесенесущих потоков.

1.4. Результаты расчетов

Для расчета основных параметров потока, возникающих в системе при гидравлическом ударе, с учетом выше отмеченного, была составлена соответствующая программа, по которой производились расчеты для конкретных трубопроводов.

Проведенное сравнение расчетных и опытных данных подтверждает достаточную для практики точность получаемых по данному методу численных значений параметров. По данной программе были проведены расчеты с тем, чтобы проанализировать влияние на параметры потока газовой и твердой составляющих.

Результаты расчетов подтвердили, что наличие газовой составляющей оказывает наибольшее влияние на параметры потока при гидравлическом ударе. Даже при малых газосодержаниях (1-1,5%) величина скорости C и ударного давления резко уменьшаются (Твардовская Н.В., 2003).

Наличие твердой фазы в меньшей степени влияет на параметры потока. Только значительное количество твердого вещества в потоке ($>10\%$) может существенно увеличить периоды понижения давления и вызвать рост величины ударного давления, особенно в трубопроводах малых диаметров.

Таким образом, учет многофазности сточных вод при расчете гидравлического удара в напорных трубопроводах водоотведения позволяет точнее определять параметры потока и тем самым способствовать более правильному подбору средств противоударной защиты.

2. Защита напорных систем водоотведения от резких повышений давления

Особую сложность для напорных трубопроводов водоотведения представляет выбор средств защиты от гидравлических ударов. Стоки являются многокомпонентной и гетерогенной системой, поэтому многие противоударные устройства, хорошо срабатывающие на чистой воде, в условиях сточных вод достаточно быстро засоряются и не выполняют своих функций. В настоящее время, за исключением разработок для гидротранспортных систем (Джваршеишвили А.Г., Кирмелашвили Г.И., 1965), исследования по защите от резких повышений давления в трубопроводах, перекачивающих многофазные жидкости, практически отсутствуют.

В результате проведенного анализа разработанных на данный момент методов противоударной защиты напорных систем различного назначения для трубопроводов водоотведения рекомендуется использовать гасители гидравлического удара с демпфирующим рабочим органом в виде торов, сфер шаров, шлангов, герметических металлических сильфонов. Гашение волн повышения давления в данных системах можно осуществить с помощью специальных, приспособленных к условиям работы на сточной воде противоударных клапанов. Возможно применять аварийную защиту трубопроводов с помощью разрывных мембран. Для ликвидации возможности возникновения вакуума необходимо осуществлять выпуск и заземление воздуха в опасных точках трубопровода. Выпуск воздуха во всасывающий трубопровод можно также использовать для снижения возможных повышений давления в системе путем аэрирования потока по длине всей магистрали.

Выбор наиболее эффективных средств защиты в каждом конкретном случае определяется на основе технико-экономического сравнения вариантов, а для организации более надежной защиты напорных трубопроводов, перекачивающих сточные воды, рационально применять комбинации указанных способов.

3. Заключение

Предлагаемая методика расчета гидравлического удара в напорных трубопроводах водоотведения позволяет определять гидродинамические параметры потока сточных вод с учетом его многофазности и особенностей продольного профиля магистрали, что в свою очередь дает возможность более правильно подбирать и рассчитывать противоударные устройства.

Использование отмеченных в работе средств для защиты от резких повышений давления напорных водоотводящих систем способствует предупреждению случаев возникновения гидравлических ударов в трубопроводах и тем самым снижает вероятность возникновения аварий.

4. Литература

- Дикаревский В.С. Водоводы. Монография. Труды РААСН. Строительные науки. т.3 – М.: РААСН, 1997. – 200 с.
- Джваршейшвили А.Г., Кирмелашвили Г.И. Нестационарные режимы работы систем, подающих двухфазную жидкость. - Тбилиси: Мецниереба, 1965.
- Твардовская Н.В. Расчет скорости распространения ударной волны в трубопроводах, перекачивающих сточные воды.// “Шаг в будущее” (Неделя науки-2003). Межвузовский сборник научных трудов – СПб: ПГУПС, 2003. – с.122-125.
- Дикаревский В.С, Капинос О.Г. Расчет гидравлического удара в магистральных трубопроводах, уложенных на пересеченной местности. // «Ресурсо- и энергосбережение как мотивация творчества в архитектурно-строительном процессе». Труды годовичного собрания РААСН. – М.-Казань: КГАСА, 2003. – с.277-281.
- Федоров Н.Ф. Новые исследования и гидравлические расчеты канализационных сетей.- М.-Л.: Стройиздат, 1964.- 320 с.
- Тарасов В.К. Динамическая структура и потери напора двухфазного взвесенесущего потока./ Автореферат диссертации а соискание ученой степени доктора технических наук – М: МИСИ, 1990. – 41 с.

Подвижной состав

УДК 629.42

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК В ЧЕТЫРЕХОНОМ ГРУППОВОМ КАРДАННОМ ПРИВОДЕ ЛОКОМОТИВОВ

Д.Н. Курилкин

Аннотация

Динамические нагрузки возникающие в групповом карданном приводе в следствие кинематического несовершенства карданной передачи оказывают существенное на нагруженность его элементов. В работе предложена методика определения динамических нагрузок в четырехосном групповом карданном приводе. Приведены результаты расчета динамических нагрузок. Дана оценка увеличению динамических нагрузок при асимметрии привода и возвышении вала двигателя над валами осевых редукторов.

Ключевые слова: групповой карданный привод; карданная передача; асимметрия тягового привода

Введение

Групповой тяговый карданный привод получил достаточно широкое распространение на маневровых локомотивах, локомотивах промышленного транспорта и самоходном подвижном составе. Надежность и долговечность элементов группового карданного привода во многом определяется его динамической нагруженностью. Одним из источников динамических нагрузок в приводе является кинематическое несовершенство карданной передачи. При проектировании локомотива иногда встает вопрос о том, как определенные компоновочные решения повлияют на уровень динамических нагрузок в приводе.

1. Составление математической модели

В процессе движения тягового подвижного состава возникают взаимные перемещения колесных пар, тележек и кузова локомотива в вертикальной и горизонтальной плоскостях. В результате этих перемещений возникают переменные составляющие углов “излома” карданных валов в приводе. Кроме того, при определенных компоновочных решениях, а также вследствие неточностей изготовления и

монтажа элементов тягового привода появляются постоянные составляющие углов “излома” карданных валов передачи.

В работах (Кручек В.А. и др., 2004г и Курилкин Д.Н., 2003) были получены соотношения, позволяющие проводить достаточно полный анализ кинематики пространственных карданных передач локомотивов с групповым приводом колесных пар.

Для того чтобы определить уровень динамических нагрузок в групповом карданном приводе получим систему дифференциальных уравнений. За исходную модель примем широко распространенный (ТГМЗ, ТГМ4, ТГМ6, ТЭУ630 и др.) четырехосный групповой карданный привод с последовательно-параллельным соединением колесных пар и двигателем расположенным на раме локомотива (рис.1).

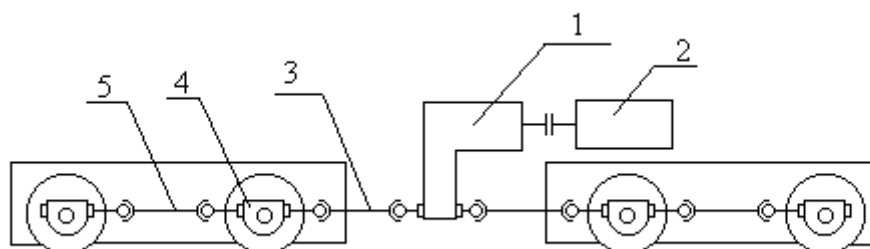


Рис.1. Схема четырехосного группового последовательно-параллельного привода; 1-дизель; 2-гидропередача; 3-раздаточный карданный вал; 4-осевой редуктор; 5-тележечный карданный вал.

При составлении уравнений динамики приняты следующие общепринятые допущения:

- 1) локомотив движется с постоянной скоростью;
- 2) моменты инерции карданных валов пренебрежительно малы по сравнению с моментами инерции редукторов и двигателя;
- 3) вращающий момент на валу двигателя (выходном валу гидропередачи) постоянен;
- 4) колесные пары с соответствующими осевыми редукторами считаем абсолютно жесткими сосредоточенными массами.
- 5) тяговый момент, реализуемый колесной парой определяется из соотношения:

$$M_T = K \cdot u; \quad (1)$$

$$\text{где: } K = \frac{K_2 \cdot \frac{1}{u} - K_4 \cdot \frac{1}{v}}{K_3 + K_5 \cdot \frac{u}{v}} \cdot \psi_K \cdot P_{сц} \cdot \frac{D}{2} \quad \text{если } M_T \leq \frac{1}{2} \cdot \psi_K \cdot P_{сц} \cdot \frac{D}{2} \quad (2)$$

$$K = \frac{1}{K_1} \cdot \psi_K \cdot P_{сц} \cdot \frac{D}{2} \cdot \frac{1}{v} \quad \text{если } \frac{1}{2} \cdot \psi_K \cdot P_{сц} \cdot \frac{D}{2} \leq M_T \leq \psi_K \cdot P_{сц} \cdot \frac{D}{2} \quad (3)$$

$$K = \psi_K \cdot P_{сц} \cdot \frac{D}{2} \cdot \left(\frac{1}{u} - \chi \right) \quad \text{если } M_T \geq \psi_K \cdot P_{сц} \cdot \frac{D}{2} \quad (4)$$

где ψ_K - коэффициент сцепления колеса с рельсом; $P_{сц}$ - сцепной вес локомотива, приходящийся на одну колесную пару; D - диаметр колесной пары по кругу катания; $u = \omega_{кп} \cdot \frac{D_{кп}}{2} - v$ - скорость относительного проскальзывания колеса по рельсу; $\omega_{кп}$ - частота вращения колесной пары; v - скорость движения локомотива; M_T - тяговый момент, реализуемый колесной парой; K_1, K_2, K_3, K_4 и K_5 - эмпирические коэффициенты пропорциональности; $\chi = 0,012 \frac{с}{м}$ - жесткость характеристики сцепления в момент срыва в буксование.

Дифференциальные уравнения, описывающие поведение рассматриваемой модели, составим при помощи уравнений Лагранжа второго рода:

$$\left. \begin{aligned} I_1 \cdot \frac{d^2 \varphi_1}{dt^2} + c_{\varphi 1} \cdot (\varphi_1 - \varphi_3 + \Delta \varphi_{1-3}) \mp c_{\varphi 3} \cdot (\varphi_1 - \varphi_5 + \Delta \varphi_{1-5}) &= M_d \\ I_3 \cdot \frac{d^2 \varphi_3}{dt^2} - c_{\varphi 1} \cdot (\varphi_1 - \varphi_3 + \Delta \varphi_{1-3}) \mp c_{\varphi 2} \cdot (\varphi_3 - \varphi_5 + \Delta \varphi_{3-5}) \mp k_1 \cdot \left(\frac{d\varphi_3}{dt} - \omega_{л} \right) &= 0 \\ I_5 \cdot \frac{d^2 \varphi_5}{dt^2} - c_{\varphi 2} \cdot (\varphi_3 - \varphi_5 + \Delta \varphi_{3-5}) \mp k_2 \cdot \left(\frac{d\varphi_5}{dt} - \omega_{л} \right) &= 0 \\ I_7 \cdot \frac{d^2 \varphi_7}{dt^2} - c_{\varphi 3} \cdot (\varphi_1 - \varphi_7 + \Delta \varphi_{1-7}) \mp c_{\varphi 4} \cdot (\varphi_7 - \varphi_9 + \Delta \varphi_{7-9}) \mp k_3 \cdot \left(\frac{d\varphi_7}{dt} - \omega_{л} \right) &= 0 \\ I_9 \cdot \frac{d^2 \varphi_9}{dt^2} - c_{\varphi 4} \cdot (\varphi_7 - \varphi_9 + \Delta \varphi_{7-9}) \mp k_4 \cdot \left(\frac{d\varphi_9}{dt} - \omega_{л} \right) &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

При составлении уравнений динамики приняты следующие обозначения: M_d - вращающий момент на валу двигателя (гидропередачи); $M_{кп1}, M_{кп2}, M_{кп3}$ и $M_{кп4}$ - тяговые моменты реализуемые колесными парами локомотива приведенные входным валам осевых редукторов; I_1 - момент инерции тягового двигателя (гидропередачи); I_3 и I_7 - моменты инерции раздаточных осевых редукторов с приведенными к ним первой и третьей колесными парами соответственно; I_5 и I_9 - моменты инерции осевых редукторов крайних колесных пар с приведенными к ним колесными парами; $\Delta \varphi_{1-3}$ и $\Delta \varphi_{1-7}$ - углы поворота входных валов раздаточных осевых редукторов первой и второй тележек соответственно, относительно вала двигателя (гидропередачи), вызванные кинематической погрешностью карданной передачи (Кручек В.А., Курилкин Д.Н., 2004); $c_{\varphi 1}$ и $c_{\varphi 3}$ - жесткости эквивалентные жесткостям привода от раздаточного колеса выходного вала гидропередачи до зубчатого колеса раздаточного редуктора первой и второй тележки соответственно, приведенные к валу

гидропередачи; c_{32} и c_{34} - жесткости эквивалентные жесткостям привода от зубчатых колес раздаточных редукторов первой и второй тележки до зубчатых колес крайних осевых редукторов, приведенные к входным валам раздаточных редукторов.

Данная система уравнений решалась при помощи методов численного интегрирования. Полученные временные зависимости обрабатывались при помощи методов математической статистики при различных скоростях движения.

2. Определение влияния возвышения вала двигателя на уровень динамических нагрузок в приводе

При выполнении расчета представляет интерес определить влияние возвышения вала двигателя над входным валом осевых редукторов, так как с одной стороны это возвышение бывает необходимым с точки зрения удобства расположения силового оборудования, а с другой приводит к увеличению угла между осями карданных валов привода. Результаты расчета приведены на рис.2.

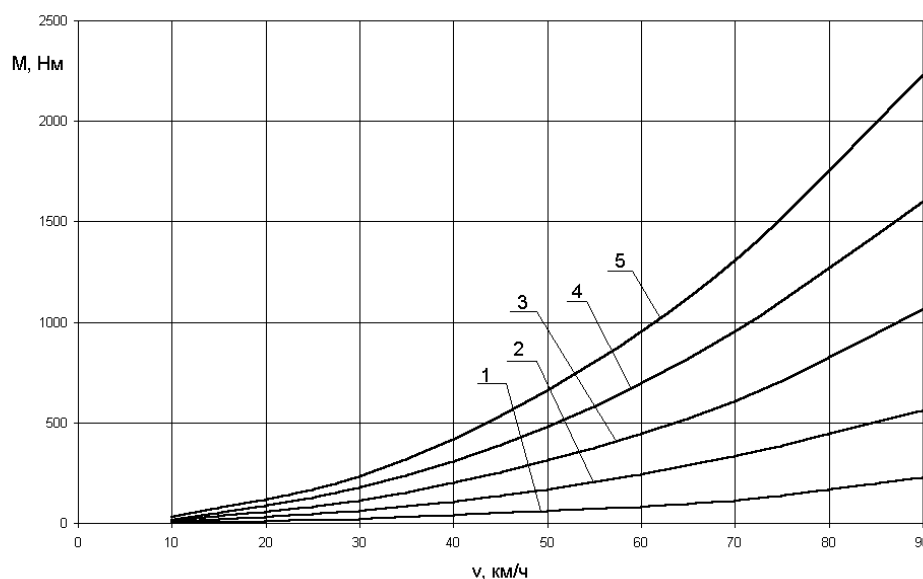


рис.2. Влияние возвышения вала двигателя над валами осевых редукторов на уровень динамических нагрузок в приводе; 1-нет возвышения; 2-возвышение 50мм; 3-возвышение 100мм; 4-возвышение 150мм; 5-возвышение 200мм.

Как видно из приведенных зависимостей, с ростом скорости динамические нагрузки, вызванные кинематическим несовершенством карданной передачи, возрастают. Возвышение вала двигателя (гидропередачи) над входным валом осевых редукторов значительно увеличивает нагрузки в карданном приводе. Так при возвышении вала

двигателя всего в 50мм нагрузки возрастают в 2 раза; при возвышении в 100мм – в 4 раза; а при возвышении в 200мм – в 8 раз.

3. Влияние асимметрии тягового привода на уровень динамических нагрузок

Под асимметрией тягового привода для рассматриваемой модели понимается разная длина раздаточных карданных валов. Необходимость асимметрии объясняется тем, что для удобства размещения оборудования на локомотиве и правильной развески зачастую желательно сдвинуть двигатель (гидропередачу) относительно геометрического центра тепловоза. Степень асимметрии оценивалась через коэффициент асимметрии равный соотношению длин раздаточных карданных валов $K_{AC} = \frac{L_{PB1}}{L_{PB2}}$. Результаты расчета уровня динамических нагрузок при различных значениях коэффициента асимметрии приведены на рис.3

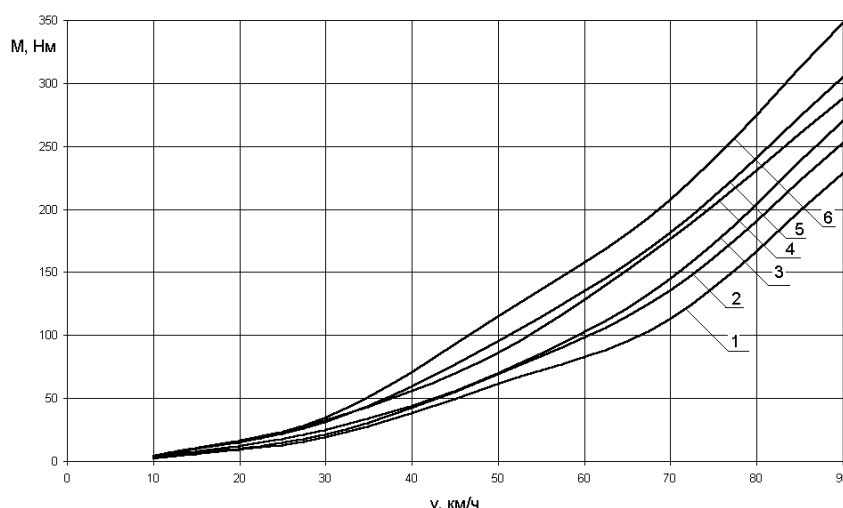


Рис.3. Влияние степени асимметрии привода на уровень его динамической нагруженности; 1- $K_{AC} = 1,0$; 2 - $K_{AC} = 1,5$; 3 - $K_{AC} = 2,0$; 4 - $K_{AC} = 2,5$; 5 - $K_{AC} = 3,0$.

Как видно из рис.3 наличие асимметрии в приводе также вызывает некоторое увеличение уровня динамических нагрузок в приводе, однако влияние асимметрии в приводе значительно меньше, чем возвышения вала двигателя. Так при соотношении длин валов равной 1,5 увеличение динамических нагрузок составит всего около 10% сравнительно с симметричным приводом. Даже при коэффициенте асимметрии равном 3 (смещение двигателя от геометрического центра примерно на 1м) увеличение нагрузок составит около 65%.

4. Заключение

В результате выполненной работы можно сделать следующие выводы:

- 1) предложена методика определения динамических нагрузок в четырехосном групповом карданном приводе вызванных его кинематическим несовершенством;
- 2) возвышение вала двигателя над входными валами осевых редукторов крайне неблагоприятно сказывается на уровне динамических нагрузок в приводе;
- 3) наличие асимметрии в тяговом приводе оказывает значительно меньшее влияние на уровень динамических нагрузок в приводе и поэтому может быть признано допустимым при наличии такой необходимости.

5. Литература

- Кручек В.А., Курилкин Д.Н. Кинематика карданных передач локомотивов. Сборник Трудов ПГУПС, СПб: ПГУПС, 2004
- Курилкин Д.Н. Некоторые особенности кинематики карданных передач локомотивов. Шаг в будущее. Межвузовский сборник научных трудов. СПб: ПГУПС. 2003

УДК 629.424.1

ПРЕИМУЩЕСТВО ПРИМЕНЕНИЯ ШАРНИРНО-РЫЧАЖНОЙ БУКСОВОЙ СВЯЗИ НА ГРУЗОВЫХ ТЕПЛОВОЗАХ

А.А. Кузнецов

Аннотация

Динамические воздействия в системе «локомотив – путь» различны при разных вариантах демпфирования локомотива. Рассмотрен метод расчета возникновения сил в гасителе колебаний при демпфировании локомотива с шарнирно-рычажной буксовой связью. Приводится сравнение применения в буксовой ступени грузового локомотива наклонно расположенного гидrogасителя с гидrogасителем в шарнирно-рычажном механизме.

Ключевые слова: шарнирно-рычажный механизм; гаситель колебаний; рессорное подвешивание; грузовой тепловоз; буксовая ступень; поперечные колебания

Введение

В связи с повышением скоростей движения на современных локомотивах вводится вторая ступень рессорного подвешивания.

Благодаря второй ступени уменьшается динамическое воздействие системы «локомотив – путь». На грузовых локомотивах, так как скорость их не превышает на сегодняшний день 110 км/ч, применение второй ступени не обязательно. Однако улучшение их динамических показателей, за счет демпфирования в первой ступени, – необходимо.

1. Механизм связи

При введении второй ступени рессорного подвешивания усложняется конструкция экипажа, возрастает число частот собственных колебаний и вероятность развития повышенных амплитуд колебаний в резонансных зонах (Евстратов А.С., 1987). Для грузовых тепловозов, скорость которых не превышает 110 км/ч, достаточно одной ступени рессорного подвешивания. А уменьшение динамического воздействия тепловоза на путь производится постановкой гасителей колебаний в буксовую ступень рессорного подвешивания. При чем расположением гасителя колебаний не в вертикальной плоскости, а под небольшим углом добивается гашение не только вертикальных, но и поперечных колебаний рамы тележки. Одним из эффективных способов постановки гасителя производится через шарнирно-рычажную буксовую связь (Рис.1).

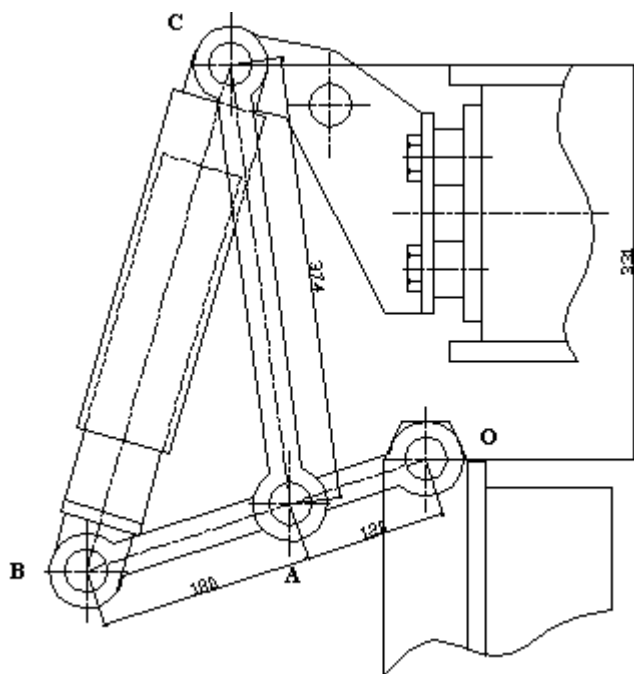


Рис. 1. Шарнирно-рычажный механизм буксовой связи грузового тепловоза

2. Зависимость изменение длины гасителя колебаний от перемещения колесной пары

Для изучения процессов, происходящих в гасителе колебаний необходимо найти зависимость изменение его длины по осям головок в шарнирно-рычажном механизме от перемещения колесной пары относительно рамы тележки. Рассматриваются в кинематической схеме данного механизма (Рис. 2) треугольники OCD, ACO и ABC.

Известно, что треугольник OCD прямоугольный, тогда

$$OC = \sqrt{CD^2 + OD^2} \quad (1)$$

В треугольнике ACO длину стороны OC можно найти по теореме косинусов:

$$OC = \sqrt{AO^2 + AC^2 + 2AO \cdot AC \cdot \frac{OC^2 - AO^2 - AC^2}{2AO \cdot AC}} \quad (2)$$

Рассматривая треугольник ABC находим гипотенузу треугольника также по теореме косинусов:

$$BC = \sqrt{AB^2 + AC^2 - AB \cdot \frac{OC^2 - AO^2 - AC^2}{AO}} \quad (3)$$

Зная длину OC получим значение BC при различных значениях CD и OD:

$$BC = \sqrt{AB^2 + AC^2 - AB \cdot \frac{CD^2 + OD^2 - AO^2 - AC^2}{AO}} \quad (4)$$

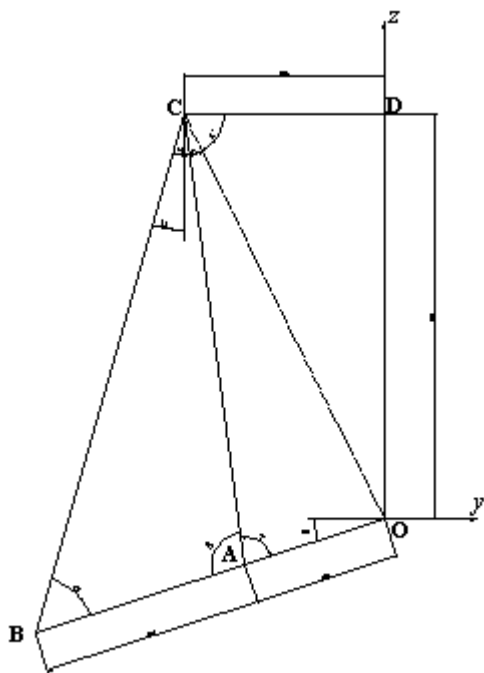


Рис.2. Кинематическая схема шарнирно-рычажного механизма

Выразив $OD = L_1 + z$, $AC = L_2$, $CD = L_3 + y$, $AO = R_1$, $OB = R_2$, $AB = R_3$ формула для определения длины гасителя колебаний по осям его головок примет вид

$$BC = \sqrt{R_3^2 + L_2^2 - R_3 \cdot \frac{(L_3 + y)^2 + (L_1 + z)^2 - R_1^2 - L_2^2}{R_1}} \quad (5)$$

где y и z – перемещение буксового узла относительно рамы тележки, соответственно по вертикальной (z) и поперечной (y) осям.

Из выше приведенных формул определяются углы β и γ . Остальные углы $\alpha = \arccos \frac{BC^2 + R_3^2 - L_2^2}{2BC \cdot R_3}$; $\eta = 180^\circ - (\alpha + \beta)$; $\varepsilon' = \arccos \frac{L_3 + y}{\sqrt{(L_3 + y)^2 + (L_1 + z)^2}}$; $\varepsilon = \arccos \frac{AC^2 + OC^2 - AO^2}{2AO \cdot AC}$.

Для рассмотрения процессов, происходящих в гасителе колебаний необходимо знать его расположение в пространстве: угол наклона гасителя колебаний к вертикали: $\mu = (\eta + \varepsilon + \varepsilon') - 90^\circ$, к горизонтали $\theta = 90^\circ - \mu$.

3. Угол наклона гасителя колебаний при колебаниях колесной пары

Были получены изменения углов наклона гасителя колебаний с шарнирно-рычажной буксовой связью при вертикальных и поперечных перемещениях колесной пары (Рис.3).

Зная зависимость изменения длины гасителя колебаний и угла его наклона от перемещений колесной пары рассматриваются силы,

возникающие в самом гидрогасителе и разложение их в вертикальной и поперечной плоскостях. А также производится сравнение их с силами, возникающими в наклонно расположенном гасителе колебаний с постоянным углом.

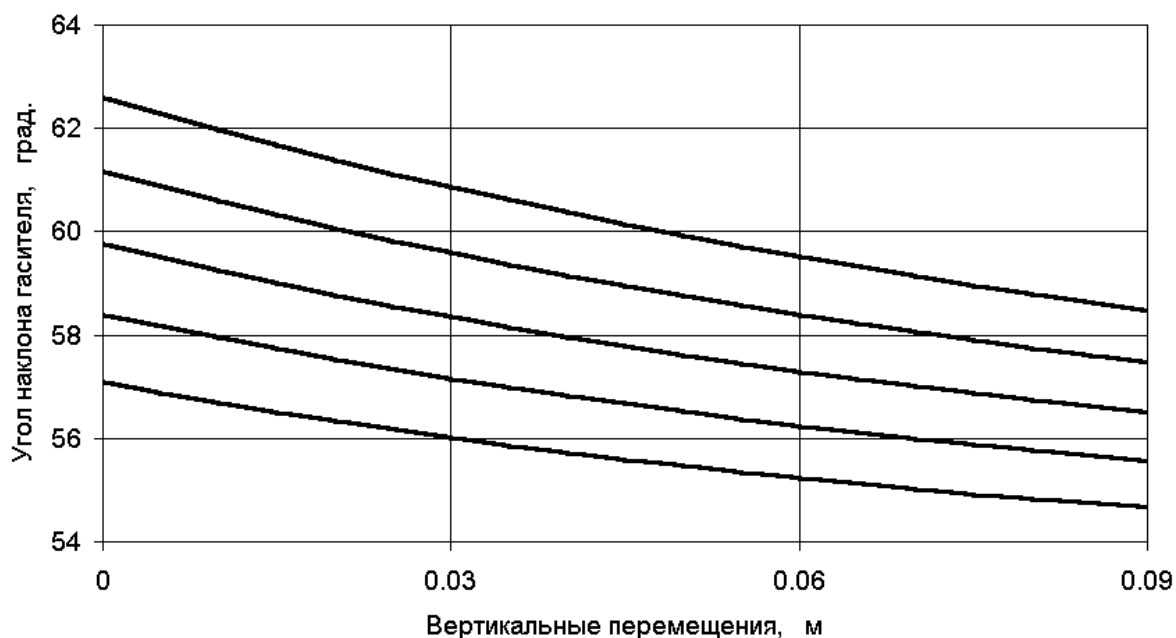


Рис. 3. Изменение угла наклона к горизонту гасителя колебаний в шарнирно-рычажном механизме при совместных перемещениях буксы колесной пары в вертикальной и горизонтальной плоскостях

4. Силы в гидрогасителе при различных связях

Для решения данной задачи была составлена программа на языке Turbo Pascal. Рассмотрено движение колесной пары по пути, неровность которого описывается следующим законом $Z = Z_o \cdot \sin(\omega \cdot t)$, где Z_o - глубина неровности рельса, ω - частота колебаний колесной пары («Повышение тягово-экономических показателей локомотивов», 1979).

5. Заключение

По полученным графикам (Рис. 4, 5) зависимости сил в гидрогасителе от времени видно, что при шарнирно-рычажной буксовой связи поперечные силы (F_y) в гасителе намного выше, что соответствует лучшему демпфированию колебаний в поперечной плоскости при шарнирно-рычажной буксовой связи в отличие от наклонно расположенного гасителя колебаний.

В данной работе рассмотрен гидравлический гаситель колебаний двустороннего действия системы КТЗ, однако возможна постановка гасителей колебаний с другими характеристиками, а также и фрикционных.

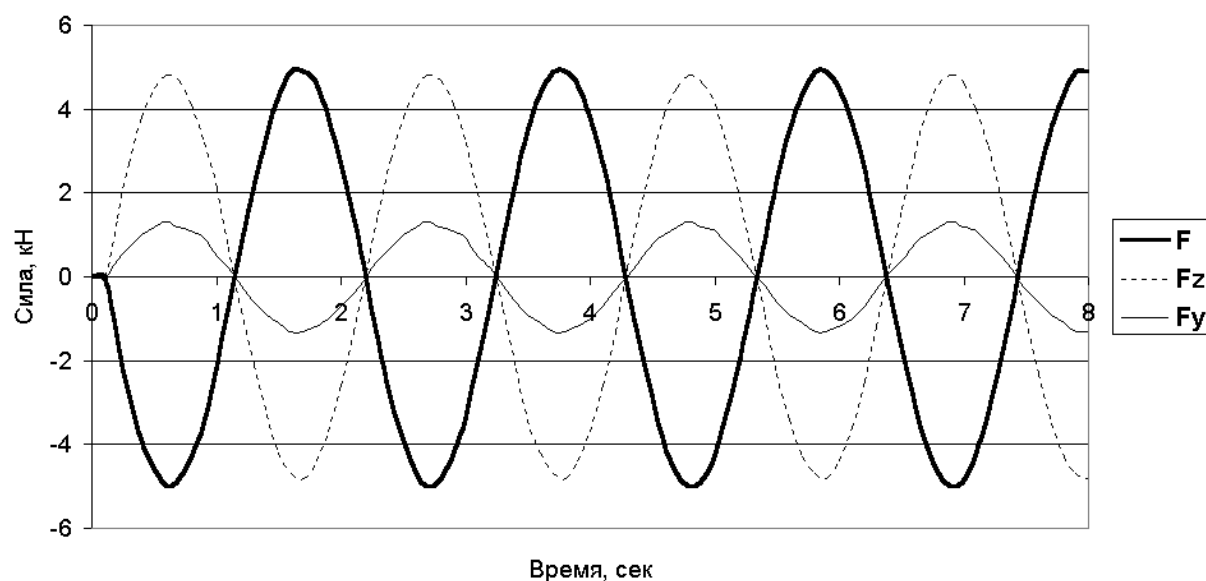


Рис. 4. Силы, возникающие в наклонно расположенном гидrogасителе при вертикальных колебаниях колесной пары локомотива

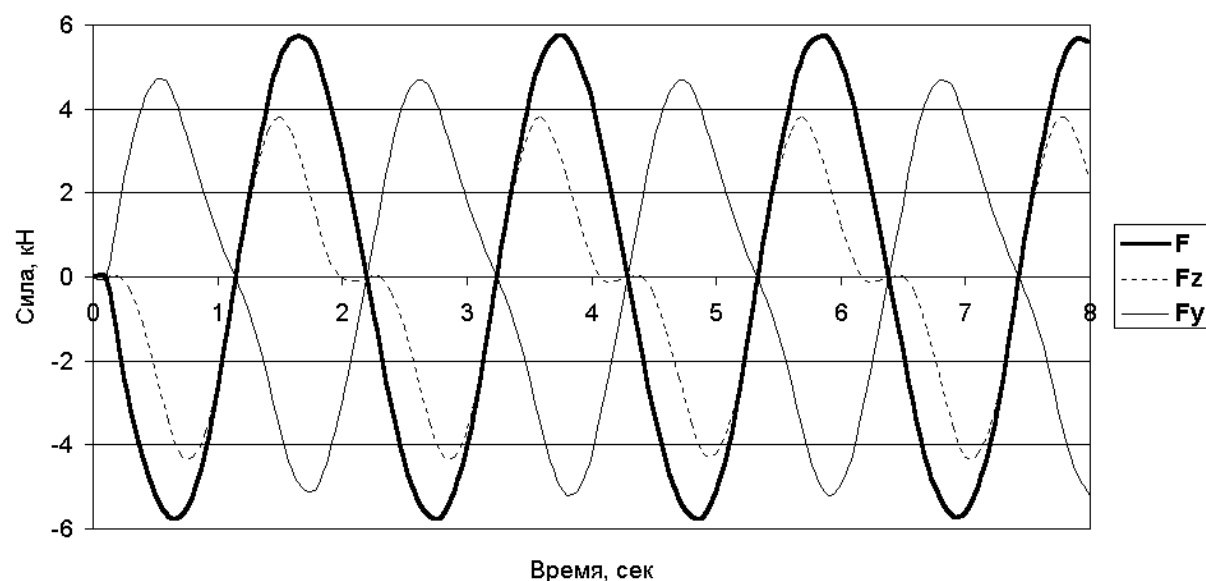


Рис. 5. Силы, возникающие в гидrogасителе с шарнирно-рычажной буксовой связью при вертикальных колебаниях колесной пары локомотива

6. Литература

- Евстратов А.С. Экипажные части тепловозов. М: «Машиностроение», 1987 – 136с.
Повышение тягово-экономических показателей локомотивов /Межвузовский сборник трудов под редакцией д.т.н., профессора Е.Я. Гаккель/ Л: ЛИИЖТ, 1979 – 123с.

УДК 629.4.027.4

ОБ УЛЬТРАЗВУКОВОМ МЕТОДЕ ОЦЕНКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ОБОДЬЯХ ЦЕЛЬНОКАТАНЫХ КОЛЕС ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

С.А. Краснобрыжий

Аннотация

Приведены результаты исследований акустоупругих свойств материалов ободьев колес российского производства. На основании практического опробования метода в производственных условиях подготовлены предложения по оценке напряженного состояния колес при их изготовлении.

Ключевые слова: контроль неразрушающий; остаточные напряжения; колеса цельнокатанные; ободья; методика ультразвукового контроля

Введение

К числу важнейших факторов, влияющих на эксплуатационную надежность колес, относятся уровень и распределение остаточных механических напряжений, которые совместно с действующими в процессе эксплуатации напряжениями в ободьях определяют усталостную прочность. Если в результате сложения действующих и остаточных напряжений будет достигнут предел прочности, то произойдет разрушение колеса. Наиболее опасными являются, естественно, растягивающие (положительные) напряжения.

1. Анализ неразрушающих методов измерения остаточных напряжений

В различных отраслях промышленности применяются магнитные, электромагнитные и рентгеновские методы неразрушающего контроля (НК) остаточных напряжений. Однако такие методы недостаточны, чтобы обеспечить достоверную диагностику колес, так как они позволяют определять механические напряжения только в поверхностных слоях.

Оценить величину напряжений в объеме изделия, где могут возникать зоны концентрации внутренних напряжений, обусловленных технологией изготовления, возможно акустическим (ультразвуковым) методом.

2. Обзор ультразвуковой аппаратуры измерения остаточных напряжений

Измерение остаточных напряжений с помощью ультразвука основывается на зависимости скорости распространения ультразвука от

механического напряжения (эффект акустоупругости) и используется в различных ультразвуковых установках (*Debro-30*, *UER-T*, *SNCF* и т.д.).

Основное преимущество установки *UER-T* перед аналогами заключается в бесконтактном вводе ультразвуковых колебаний.

Ультразвуковая установка для измерения напряжений *UER-T* разработана Фраунгоферовским институтом неразрушающего контроля (*IzfP*, Саарбрюкен, Германия). Электронный блок *UER-T* выполнен в конструктиве переносного компьютера промышленного образца. Информация для обработки на электронный блок поступает с манипулятора, устанавливаемого на измеряемое колесо.

Основным элементом манипулятора является электромагнито-акустический преобразователь (ЭМАП), излучающий и принимающий поперечные ультразвуковые колебания при перемещении ЭМАП заданными шагами в радиальном направлении по траектории измерения.

Ультразвуковая волна, отраженная от наружной поверхности обода, принимается в каждой точке измерений. В электронном блоке производится измерение времени распространения ультразвуковой волны в радиальном t_{rad} и окружном t_{tan} направлениях с точностью до двух миллиардных долей секунды. По результатам измерений с учетом акустоупругого коэффициента K рассчитывается значение остаточных напряжений σ в ободу колеса (1):

$$\sigma = K (t_{tan} - t_{rad}) / t_{rad} \quad (1)$$

Результаты расчета и заданное пороговое значение напряжения выводятся на монитор в виде диаграммы.

Для уточнения возможности и точности измерений на колесах необходимо исследовать влияние твердости и анизотропии металла колес на его акустоупругие характеристики.

3. Исследование акустоупругих свойств материалов колес

3.1. Исследование анизотропии упругих свойств металла ободьев колес

Важнейшим требованием применения ультразвукового метода оценки НК механических напряжений является отсутствие анизотропии материала.

Для оценки анизотропии упругих свойств металла, влияния твердости и определения акустоупругих характеристик ободьев колес на образцах, изготовленных из колес, производства Выксунского металлургического завода (ВМЗ) и Нижнетагильского металлургического комбината (НТМК), проведены экспериментальные исследования.

Исследования проводились на измерительном стенде, состоящем из электронного ультразвукового блока, осциллографа и пьезоэлектрических

преобразователей, позволяющем измерять время с точностью до десятых долей наносекунды.

Измерялись значения времени прихода первого и второго донных эхосигналов. Далее по известной разнице времен Δt и известному геометрическому размеру образца B находилась скорость C ультразвука.

Измерения проводились для продольной и двух плоско поляризованных поперечных волн не менее чем пятикратно в каждой точке, в трех сечениях по высоте образца на трех плоскостях с последующей статистической обработкой. Всего проведено более 10000 измерений на 14 образцах. Оценки показали, что использованная аппаратура и методика измерений обеспечивают погрешность не более 0,03%.

Для выявления возможной анизотропии структуры металла в ободе колеса полученные данные были сгруппированы в виде матрицы скоростей.

Полярное сравнение недиагональных компонент матрицы скоростей указывает на их равенство с погрешностью, не превышающей 0,1%, что свидетельствует о том, что исследованные материалы ободьев колёс производства НТМК и ВМЗ можно считать изотропными.

Для оценки значимости влияния непостоянства твёрдости металла по высоте обода по полученным данным оценивалась зависимость скоростей различно поляризованных поперечных волн от твердости на разной глубине.

Установлено, что в ободьях колёс производства НТМК для всех поперечных волн скорость от твердости практически не зависит ($\Delta C < 0,2\%$). В то же время скорость поперечных волн в металле колёс производства ВМЗ, во-первых, ниже на 0,4%, во-вторых, имеет тенденцию к уменьшению с возрастанием твердости. В диапазоне твердостей от 260НВ до 380НВ скорости уменьшаются на 0,6%.

3.2. Измерение акустоупругой константы K

Измерения по определению акустоупругого коэффициента K для колес российского производства проводились в сотрудничестве с доктором Е.Шнайдером (*Dr. E. Schneider, IZfP*).

К образцам прикладывалось известное напряжение растяжения и измерялись время прохождения поперечных волн, поляризованных параллельно направлению напряжения и перпендикулярно направлению напряжения. Так как влияние напряжения на скорость ультразвука незначительно (около 0,1%), время прохождения ультразвука и путь измерялись с точностью не ниже 0,01%.

В результате проведенных измерений установлено, что для ободьев колес российского производства значение акустоупругой постоянной материала составляет 135 МПа/‰.

4. Исследование методики измерения напряжений в ободе

Для оценки влияния технологических факторов на достоверность определения распределения остаточных механических напряжений в ободьях колес и уточнения методики контроля проведены экспериментальные исследования в производственных условиях заводов-изготовителей. Измерения выполнялись ультразвуковым методом с помощью аппаратуры *UER-T*. В процессе исследований оценивались:

- случайные погрешности абсолютных значений измерений напряжений в одной точке обода колеса, по окружности обода, для одной плавки колес и для колес из разных плавок;
- релаксация термических напряжений;
- влияние нарушений технологических процессов изготовления колес на распределение напряжений.

Для определения случайной погрешности абсолютных значений измерений манипулятор установки *UER-T* устанавливался на обод колеса и снимались показания прибора. Фиксировались средние (σ_{cp}), максимальные (σ_{max}) значения напряжений, глубина сечения (h_{max}) с максимальным значением напряжений и разность напряжений по высоте обода ($\sigma_{max}-\sigma_{min}$). Далее проводилась статистическая обработка результатов измерений. Всего было исследовано более 150 колес из 60 плавок.

Результаты проведенных исследований на ободьях цельнокатаных колес российского производства установили наличие в основном незначительных равномерно распределенных сжимающих напряжений, которые по высоте обода практически не переходят в растягивающие.

Для оценки релаксации термических напряжений колесо, остывшее до 80°C, подавалось на пост контроля. Последовательно измерялись распределения напряжений при остывании колеса на 10°C. Как показали результаты, в пределах исследованных температур наблюдается изменение средних значений напряжений только от 80°C до 60°C, что свидетельствует о возможности проведения измерений в диапазоне температур, не превышающем 60°C.

Измерения распределения остаточных механических напряжений в колесах, изготовленных с нарушением технологии производства, проводились на колесах без закалки, колесах с нарушением режима термоупрочнения и на колесах, произведенных из низкоуглеродистой стали с повышенной твердостью ободьев.

В процессе измерений установлено, что для колес с нарушением режима термоупрочнения в объеме обода, прилегающем к поверхности катания, наблюдаются значительные сжимающие напряжения. Кроме того, наблюдались растягивающие напряжения в нижней части обода, при этом разность напряжений составляет от 300 до 600 МПа, что многократно

превышает значения, характерные для колес, изготавливаемых по действующей технологии.

При оценке возможности измерения на колесах без закалки установлено, что затухание ультразвука в таких колесах значительно (до четырех раз больше, чем в стандартных), что приводит к резкому снижению измеряемого диапазона и увеличению погрешности. Результаты статистической обработки свидетельствуют о недостаточной достоверности измерений на таких колесах.

В колесах, произведенных из низкоуглеродистой стали с повышенной твердостью ободьев, в объеме обода наблюдаются значительные растягивающие напряжения в средней части обода.

Таким образом проведенные исследования показали, что колеса российских заводов производителей характеризуются достаточной однородностью и являются квазиизотропными, что позволяет применять ультразвуковой метод измерения распределения остаточных напряжений при значении коэффициента акустоупругости материала $K=135$ МПа/‰. Измерения распределения остаточных механических напряжений в ободах цельнокатаных колес в заводских условиях аппаратурой *UER-T* обеспечиваются с достаточной воспроизводимостью и при установившемся технологическом режиме изготовления колес производственные факторы не оказывают существенного влияния на результаты измерений.

Для интегральной оценки распределения остаточных механических напряжений в цельнокатаных железнодорожных колесах необходимо исследование методики измерения напряжений в диске.

5. Заключение. Разработка технологической документации

На основании результатов исследований акустических свойств металла колес заводов-изготовителей и материалов опытных работ по измерению напряженного состояния колес в условиях производства разработаны предложения по методике оценки распределения остаточных напряжений в ободах колес с использованием ультразвукового прибора *UER-T* производства *IZfP* (Германия).

Проект методики может быть использован для опытного внедрения аппаратуры при выборочном контроле остаточных напряжений в производственных условиях заводов-изготовителей.

6. Литература

ГОСТ 10791-89. Колеса цельнокатаные. Технические условия.

РД 32.144-2000. Контроль неразрушающий приемочный. Колеса цельнокатаные, бандажи и оси колесных пар подвижного состава. Технические требования.

Узлов И.Г., Данченко Н.И., Миронов П.Ф. и др. Влияние термической обработки и тепловых нагрузок на напряженное состояние железнодорожных колес. Вестник ВНИИЖТ, 1994, №1

УДК 629.4.027

ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ БАЛКИ

А.А. Романова

Аннотация

Повышение ресурса соединительной балки достигается упрощением конструкции соединительной балки, отказа от использования дорогих штампов для изготовления балки, уменьшением массы. Рассмотрены различные схемы нагружения соединительной балки: равномерно-распределенная, продольная, поперечная перевалка без завала на скользуны, поперечная перевалка с завалом на скользуны.

Ключевые слова: соединительная балка; нижний лист; верхний лист; концентрация напряжения; поперечная перевалка; продольная перевалка

Введение

В настоящее время на железнодорожном транспорте эксплуатируется большое количество восьмиосных цистерн для перевозки нефтепродуктов, одним из элементов ходовой части которых являются штампосварные соединительные балки.

В процессе эксплуатации восьмиосных вагонов соединительная балка тележки является одним из наиболее слабых звеньев. Первые трещины появляются в соединительных балках уже через 2-6 лет эксплуатации.

Причина ухудшения технического состояния соединительных балок заключается в том, что с 1993 г. АО «АЗОВМАШ» прекратило выпуск соединительных балок, а серийное производство балок в России в настоящее время не организовано. Отсутствие серийного производства соединительных балок не позволяет заменять соединительные балки со значительным сроком эксплуатации новыми.

Существующие конструкции соединительных балок имеют сложную форму, обладают значительным весом и требуют для изготовления применения сложной штамповой оснастки.

1. Обзор и анализ работ по созданию и совершенствованию соединительных балок

Известны следующие конструкции соединительных балок:

- литые;
- штампосварные соединительные балки:
 - производства АО «АЗОВМАШ»;
 - производства ГПО «УРАГВАГОНЗАВОД».

2. Постановка задачи исследования

- определить основные направления совершенствования конструкции;
- провести многократно расчеты конструкции с целью уменьшения зон с концентрацией напряжений;
- провести многократно расчеты конструкции с целью уменьшения зон с концентрацией напряжений;
- разработать усовершенствованную конструкцию;
- провести статические и усталостные испытания.

3. Определение направлений совершенствования соединительных балок

3.1 Анализ технического состояния соединительных балок в эксплуатации

Техническое состояние балок в эксплуатации зависит от:

- года постройки;
- географического региона эксплуатации цистерн;
- наличия кривых участков пути;
- качества деповского ремонта;
- качества изготовления.

3.2 Разработка предложений по совершенствованию конструкций соединительных балок

Предлагается несколько направлений по совершенствованию соединительных балок восьмиосных вагонов:

- оптимизация формы, снижающая концентрацию напряжений;
- обработка швов;
- выбор допусков на сборочные единицы, обеспечивающие минимальные напряжения;
- технология изготовления, обеспечиваемая сваркой.

4. Исследование НДС соединительной балки и выбор параметров

4.1 Анализ нагруженности соединительной балки

Выбор параметров новой конструкции производился на основе анализа напряженно-деформированного состояния (далее НДС) возникающего в элементах конструкции, при различных режимах нагружения. НДС соединительной балки определялось на основе компьютерного моделирования. Определение НДС, возникающего в конструкции, производилось методом конечных элементов.

Рассматривались три основные схемы нагружения соединительной балки: поперечная перевалка без завала на скользуны, поперечная перевалка с завалом на скользуны, продольная перевалка, дополнительно

рассматривался режим когда нагрузка равномерно распределяется по всей опорной поверхности подпятника.

Расчеты показали, что предложенная конструкция разработанной соединительной балки позволила повысить прочностные характеристики и долговечность.

5. Конструктивная схема разработанной соединительной балки

5.1. Описание разработанной соединительной балки

В результате проведенных исследований, были выявлены недостатки существующих соединительных балок восьмиосных вагонов и была разработана новая конструкция соединительной балки, которая отличается конструкцией, массой и не требует для изготовления сложной штамповой оснастки.

Данная конструкция соединительной балки отличается от ранее предложенных балок толщиной верхнего и нижнего листов, увеличенным радиусом верхнего подкрылка, усовершенствованной конструкцией нижнего листа. В разработанной конструкции соединительной балки, содержащей соединённые сваркой верхний лист, продольные рёбра жёсткости, нижний лист изогнутой формы, подпятник, пятниковые плиты с пятниками, центральные и крайние скользуны, расположенные на подкрылках, в отличие от ранее изготовленных балок пятниковые плиты выполнены с закруглением их концевых частей, нижний лист раскроен из одного листа и выполнен методом гибки, а радиус сопряжения верхнего подкрылка с верхним листом выполнен в пределах 130-150 мм. Толщина верхнего листа в сравнении с ранее производимыми балками увеличена и составляет 30 ± 1 мм. Толщина нижнего листа также увеличена и составляет 26 ± 1 мм. Верхний, нижний лист и ребра выполняются из стали 09Г2С 375 класса прочности, а пятники и подпятник выполняются из той же стали 325 класса прочности.

Такое выполнение соединительной балки позволяет повысить её усталостную прочность за счёт ликвидации зон - концентраторов напряжений и упростить её конструкцию за счёт выполнения нижнего листа из одного раскроя.

6. Экспериментальные исследования

Разработанная модель соединительной балки 1500.00.00.000, изготовлена на АО «Центросвар» г. Тверь. Два опытных образца соединительных балок четырехосных тележек подвергаются испытаниям на опытной базе ГУП НВЦ «Вагоны» ст. Предпортовая. На этапе отработки конструкции большое значение имело экспериментальное исследование НДС как в условиях эксплуатации, так и при действии испытательных нагрузок, имитирующих эксплуатационные. Проводятся статические и усталостные испытания соединительной балки.

7. Заключение

Повышение ресурса соединительной балки достигается упрощением конструкции, отказа от использования дорогих штампов для изготовления балки, уменьшением массы балки. Предложенная конструкция соединительной балки позволяет повысить её усталостную прочность за счёт ликвидации зон - концентраторов напряжений и упростить её конструкцию за счёт выполнения нижнего листа из одного раскроя.

8. Литература:

- Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных), ГосНИИВ-ВНИИЖТ, Москва, 1996г.
- Типовой технологический процесс на ремонт соединительной балки четырехосной тележки. ТК-232.
- Инструкция по сварке и наплавке при ремонте вагонов и контейнеров РТМ 32 ЦВ 201-88: М, Транспорт, 1989.
- Исследование прочностных качеств унифицированной соединительной балки 8-осных вагонов: Отчет /ПО Ждановтяжмаш/; Руководитель темы М.Б. Кельрих.-Жданов. 1979

УДК 629.424

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕСУРСА ПРИВОДА ПОДВАГОННОГО ГЕНЕРАТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАТКОВОГО СТЕНДА

Н.В. Смирнов

Аннотация

Были произведены исследования по динамике взаимодействия колес со стыковыми неровностями на катковом стенде. Выбраны критерии подобия между результатами, полученными на стенде, и на реальном рельсовом пути. Построены модели неровностей на катковом стенде, эквивалентные стыковым неровностям рельсов по двум критериям: максимальному вертикальному ускорению и скорости в момент соударения. Получен критерий подобия для скорости движения колесной пары на стенде и по рельсовому пути. Разработана методика проведения ресурсных испытаний привода подвагонного генератора.

Ключевые слова: катковый стенд; испытания вагонов; подвагонный генератор; стыковые неровности

Введение

Катковые стенды предназначены для проведения обкаточно-прочностных испытаний грузовых и пассажирских вагонов в натуральную величину, исследования колебаний тележек и кузовов вагонов. Катковый стенд дает возможность моделирования и изучения влияния всех элементов рессорного подвешивания, гасителей колебания на процесс движения, а также взаимодействия подвагонного оборудования (генератор, редуктор, кондиционер) между собой. Катковые стенды позволяют имитировать различные условия движения, исключить влияние помех при систематическом воздействии одного из факторов, выбрать экономически и технически рациональную конструкцию элементов вагона (ходовых частей, подвагонного оборудования), создать равные условия для различных вариантов конструкции, свести к минимуму объём ходовых испытаний и в целом значительно сократить общие сроки создания нового подвижного состава.

1. Исследования по динамике взаимодействия колес со стыковыми неровностями

Для этого вначале сравнивался ударно-динамический эффект, получаемый при движении необрессоренных масс по рельсовому пути с неровностями и при их движении по ролику каткового стенда с неровностями той же формы. Проведенные исследования позволили выбрать частотный диапазон измерения ускорений на стенде, а также критерий подобия для измерений, полученных на стенде. Были рассмотрены стыковые неровности рельсов и траектории движения центра колеса при прохождении стыков. На основе анализа дефектов стыков (стыковых зазоров и разности стыкуемых рельсов по уровню) предложены способы их учета при описании траекторий движения центра колеса. Построены модели неровностей на катковом стенде, эквивалентные стыковым неровностям рельсов по двум критериям: максимальному вертикальному ускорению и скорости в момент соударения. Получен критерий подобия для скорости движения колесной пары на стенде и по рельсовому пути.

2. Разработана методика проведения ресурсных испытаний привода подвагонного генератора

С использованием результатов исследования разработана методика проведения ресурсных испытаний привода подвагонного генератора. При проведении расчета было принято: срок службы привода определяется срок службы редуктора, как элемента менее долговечного в эксплуатации; за предельное состояние редуктора принимается излом зубьев; справедлива линейная гипотеза суммирования усталостных повреждений; параметры определяющие срок службы, оцениваются для шестерни

редуктора, частота воздействия на которую выше. Оценка нагруженности редуктора производилась по двум режимам: по динамическому напряжению от зацепления зубьев редуктора и по динамическому воздействию от удара между зубьями редуктора при проходе стыковой неровности пути. Нагруженность в первом режиме описывается изгибными напряжениями в зубе шестерни, пропорционально моменту, действующему на шестерню. Нагруженность в первом режиме описывается так же изгибными напряжениями в зубе шестерни, пропорционально вертикальному ускорению, действующему на буксы колесной пары при проходе стыка.

3. Форсированные ресурсные испытания привода подвагонного генератора

На катковом стенде ПГУПС были проведены форсированные ресурсные испытания привода подвагонного генератора. Производилось моделирование стационарных режимов эксплуатации на стенде путем задания всевозможных комбинаций управляющих параметров (перемещение точки подвеса генератора в поперечном, продольном и вертикальном направлении; скорость вращения колесной пары; мощность, снимаемая с вагонного генератора). Одновременно исследовалось поведение привода вагонного генератора в нестационарных режимах (режимы торможения с различными начальными скоростями и разгона при различных направлениях вращения колесной пары).

4. Заключение

Проведенные испытания подтвердили правильность выбранных критериев подобия и возможность проведения форсированных ресурсных испытаний на катковом стенде.

5. Литература

- Бороненко Ю.П Орлова А.М. Отчет о НИР 2002-год Проведение ресурсных динамических испытаний привода вагонного генератора типа АСТ-32 мощностью 32 кВт для вагонов с кондиционированием воздуха на катковом стенде.
- Бороненко Ю.П Орлова А.М. Отчет о НИР 2002-год Оборудование каткового стенда для исследования динамики взаимодействия колёс грузовых вагонов с различными профилями неровностей пути.

Автоматика, телемеханика и связь на железных дорогах

УДК 656.25: 656.21

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОВЕРКИ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ СХЕМ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ НА СТАНЦИЯХ**

О.А. Максименко

Аннотация

Дальнейшее развитие автоматизации проектирования систем железнодорожной автоматики требует применения методов автоматической проверки проектных решений. Рассмотрен метод проверки принципиальных схем путем создания модели непосредственно из баз технической документации. Разработана методика автоматического планирования экспериментов. Усовершенствован метод моделирования электрических цепей для больших систем, содержащих релейные элементы.

Ключевые слова: моделирование; станционные системы автоматики; автоматизация проектирования; проверка принципиальных схем; численные методы; система нелинейных дифференциальных уравнений; проверяющие тесты; автоматизация функционального тестирования

Введение

Концепция построения единой автоматизированной системы документооборота на устройства СЦБ, разработанная в лаборатории «Автоматизация проектирования и моделирования систем автоматики» ПГУПС (Василенко М. Н. и др., 2002), включает не только автоматизацию проектирования технической документации, но и автоматизированную оценку качества проектной документации.

Опыт создания автоматизированного рабочего места проектировщика технической документации (АРМ ПТД) и выполнения проектирования с его помощью показывает, что в автоматизированном процессе проектирования источником большей части ошибок является проектирование принципиальных схем (Ошурков И. С., Баркаган Р. Р., 1980). Этап построения монтажной документации в настоящее время выполняется автоматически по принципиальным схемам, поэтому определение ошибок проектирования монтажа является функцией АРМ ПТД.

Необходимость участия человека в построении принципиальных схем обуславливает возникновение значительного количества ошибок. Не обнаруженные при проверке, они могут быть выявлены только на этапе пусконаладочных работ, когда цена их исправления значительно возрастает. Следовательно, дальнейшее развитие АРМ ПТД требует включение в него функций автоматической проверки принципиальных схем.

Методы автоматической проверки принципиальных схем можно разделить на две группы: эвристические и моделирование по принципиальным схемам. К самым очевидными эвристическими методами относятся различные варианты сравнения с шаблоном. Правила и алгоритмы, используемые в них, можно назвать зеркальными по отношению к методам синтеза принципиальных схем. Отсюда следует, что целесообразно применять эвристические методы на стадии проектирования принципиальных схем. Увеличение объемов документации, синтезированной автоматическими методами, позволит повысить качество получаемой документации.

1. Использование баз технической документации для моделирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики

Построение моделей систем железнодорожной автоматики на основе данных, содержащихся в технической документации, дает возможность существенно снизить затраты человеческого труда на ввод информации, описывающей модель. В зависимости от подробности модели такие данные с большой долей вероятности повторяют какую-то часть информации, содержащейся в проекте. Ввод данных для создания моделей требует создания специальных интерактивных средств ввода, а следовательно и обучения операторов работе с этими средствами, зачастую использующими совсем другой набор понятий, чем тот, которым пользуется большинство специалистов железнодорожного транспорта.

Из этого можно сделать вывод, что очень многие задачи, решаемые с помощью моделирования, трудны в первую очередь первичным вводом данных для модели. Использование баз данных технической документации СЖАТ для построения моделей не только снимет эти проблемы, но и позволит решать новую задачу – проверки корректности составления технической документации методом моделирования.

Проведенные автором исследования показали, что требования к оформлению принципиальных схем для автоматического построения монтажной документации средствами АРМ ПТД достаточны для использования этих же схем при моделировании. Поэтому в качестве базового был выбран метод моделирования работы системы по принципиальным схемам.

2. Моделирование работы электрических схем СЖАТ

Очевидно, что для электрических схем СЖАТ имеет смысл рассматривать только методы математического моделирования с применением вычислительной техники. Разработка систем моделирования больших систем, в том числе систем железнодорожной автоматики, до сих пор сдерживалась недостаточной производительностью ЭВМ, однако прогресс в области создания высокопроизводительных ЭВМ сделал возможным создание более точных моделей и проведение экспериментов на них с разумными затратами ресурсов.

Ранее предпринимались попытки создания систем моделирования СЖАТ путем упрощения моделей с применением эвристических методов распознавания схемных решений. То есть выполнялась операция, обратная синтезу автомата. Формальное описание автомата восстанавливалось по его реализации в известной элементной базе, и служило основой моделирования. При этом использовались сведения о методах, по которым синтезировались и анализировались эти схемы.

Хорошо разработан и широко используется метод математического описания динамических процессов системами нелинейными дифференциальными уравнениями.

Для численного решения систем нелинейных дифференциальных уравнений разработано множество методов, общей проблемой которых является расчет жестких систем. Жесткими называются системы, в которых одновременно присутствуют быстро и медленно изменяющиеся параметры. Их нужно рассчитывать с одинаковой точностью, что накладывает значительные ограничения на шаги разностной схемы. Эффективность и устойчивость метода во многом зависят от выбора шага интегрирования.

Релейные схемы железнодорожной автоматики, очевидно, относятся к жестким системам. Определяющее свойство релейных элементов - резкое изменение состояний выхода в момент переключения - затрудняет моделирование, увеличивая число шагов, а уменьшение длины шага может привести к выходу за границы точности представления чисел с плавающей точкой на ЭВМ.

Автор предлагает усовершенствовать метод описания процессов системами дифференциальных уравнений путем применения элементов имитационного моделирования. В модель, традиционно использующую непрерывные величины, мы добавляем дискретные (цифровые). Цифровая часть модели рассчитывается независимо от аналоговой и лишь на границе между ними специальные элементы преобразуют аналоговый сигнал в цифровой и наоборот. Аналоговые части, не связанные между собой непрерывными переменными, рассчитываются отдельно, шаг вычисления для каждой такой части определяется независимо.

3. Планирование экспериментов для проверки корректности проектных решений

Задачей моделирования в этом случае является выявление ошибок, допущенных человеком при проектировании принципиальных схем. Моделируя работу системы, описанной принципиальными схемами, можно проверить правильность ее функционирования. Общая схема проверки состоит в подаче на вход системы некоторой входной последовательности и сравнении выходной последовательности с эталонной. Эталонная выходная последовательность для соответствующей входной определяется заданием на разработку системы (Инструкция, 1998).

Отметим, что такой метод не выявляет ошибок в проектировании, непосредственно не влияющих на функционирование. Выполнение требований, связанных с безопасностью, конструктивными и технологическими ограничениями, необходимо проверять особо.

Цель планирования экспериментов для проверки корректности проектных решений - определение минимального набора экспериментов на модели, который даст нам заданную вероятность обнаружения ошибок. Ограничивающим ресурсом в этом случае является машинное время.

Правильный порядок проведения экспериментов имеет большое прикладное значение. Здесь используется правило скорейшего тестового покрытия всей системы, заключающееся в том, что приоритет отдается тем экспериментам, которые затрагивают еще не участвовавшие в работе элементы и цепи. Например, для топологически организованных схем электрической централизации, это означает скорейший перебор всех маршрутов в базовых операциях.

Рационально использовать представление моделируемой системы как «черного ящика» до обнаружения отклонения от требуемого поведения, и раскрывать до уровня состояний элементов, токов и напряжений в цепях при локализации ошибок.

4. Функциональная схема системы автоматизированной проверки принципиальных схем СЖАТ

Автоматизация планирования и проведения экспериментов позволяет получить наибольший выигрыш от использования модели. Рассмотрим функциональную схему системы автоматизированной проверки принципиальных схем применительно к электрической централизации.

Основой для автоматического построения входных рабочих последовательностей стала таблица взаимозависимостей стрелок, сигналов и маршрутов. Этот документ наиболее полно и формализовано описывает функционирование станции среди поддающихся автоматическому анализу. Та же таблица стала и референтной моделью для построения эталонных выходных рабочих последовательностей.

Функциональная схема состоит из модулей и моделей.

Модуль планирования экспериментов производит стратегическое планирование в соответствии с поставленной целью – скорейшим выявлением допущенных ошибок. Он определяет набор тестов для проверки технологических алгоритмов системы ЭЦ, исходные данные (т. е. поездную ситуацию) для каждого теста и их оптимальную последовательность.

Модуль управления экспериментом выполняет план эксперимента, генерируя входные рабочие последовательности для модели, построенной по принципиальным схемам, и для идеальной модели. В соответствии с предложенной абстракцией «черного ящика», на вход системы нажатием кнопок подаются команды, а в модели рельсовых цепей - состояния изолированных секций.

Идеальная модель системы реализует технологические алгоритмы ЭЦ в соответствии с заданием на систему, преобразовывая входные воздействия в выходные. Для анализа идеального функционирования системы применяется имитационное моделирование.

Математическая модель системы строится автоматически по принципиальным схемам, используемый в ней метод моделирования рассмотрен ранее.

Модуль сравнения анализирует расхождения в выходных данных двух моделей систем, и сигнализирует об ошибке, если они превышают допустимые. Анализируемые выходы моделей включают управляющие цепи стрелок, состояния ламп светофоров, кодирование рельсовых цепей, а также замыкающие реле.

Задача модуля анализа результатов экспериментов - помочь пользователю в локализации и устранении ошибок. В случае обнаружения ошибки модуль фиксирует временную диаграмму работы всех реле анализируемой системы за предшествующий период времени. Эта информация используется для автоматизированного или ручного поиска допущенной ошибки.

5. Заключение

Программное обеспечение, построенное по рассмотренной функциональной схеме, дало высокую степень автоматизации проверки, используя лишь документацию, полученную в ходе автоматизированного процесса проектирования. Данная функциональная схема инвариантна относительно проверяемой системы автоматики и телемеханики, меняются лишь алгоритмы и данные идеальной модели.

Основное направление развития системы автоматизированной проверки принципиальных схем - это организация контроля за техническими документами на всех этапах разработки, проектирования,

производства, строительства и эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики.

5. Литература

Концепция построения единой автоматизированной системы документооборота на устройства СЦБ // М.Н. Василенко, В.В. Кудрявцев // Автоматика, связь, информатика. 2002, N 9, с. 2-5

Ошурков И.С., Баркаган Р.Р. Проектирование электрической централизации. – М: Транспорт, 1980

Инструкция по приемке в эксплуатацию законченных строительством объектов железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. – М: Трансиздат, 1998

УДК 656.25

ОЦЕНКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАБЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ

М.В. Бычков

Аннотация

К графическим программным пакетам можно отнести широкий класс программ (CAD-CAM-системы). Обзор программных пакетов CAD-CAM-систем, пригодных для автоматизации проектирования современных и перспективных устройств СЦБ позволил выделить следующие программные пакеты: ACCEL EDA (фирма-разработчик ACCEL Technologies Inc., США); Design Lab (корпорация MikroSim, США); OrCAD (корпорация OrCAD, США); Electrics (фирма Consistent Software, Россия); CADElectro (разработчики НПП "Интермех" и НПП "Тек Никон", Республика Беларусь); ИС-ПВТД — интегрированная система проектирования и ведения технической документации на устройства СЦБ (фирма "ИМСАТ", ПГУПС) и др. Для проектирования устройств СЦБ необходима разработка специализированных программных пакетов, отвечающих требованиям технологии проектирования устройств СЦБ.

Ключевые слова: графические программные пакеты, устройства СЦБ, автоматизированные рабочие места.

Введение

К принципам автоматизированного проектирования путевого плана перегона автоблокировки с централизованным размещением аппаратуры (АБТЦ) относятся:

1. унификация графических документов – это объясняется большими объемами существующей технической документации на устройства СЦБ и высокой трудоемкостью ее первичного ввода.
2. автоматическая проверка корректности выполнения проектных работ на стадии графического редактирования - позволяет проектировщику избежать ошибок в процессе выполнения работы.
3. интерактивность меню – способствует удобной работе проектировщика, благодаря созданному интерфейсу графического пакета.
4. автоматическое формирование технической оснащенности на основе автоматической обработки первичной базы технической документации – позволяет повысить скорость выполнения работы.
5. автоматизация формирования всей сопутствующей схематическому плану документации (кабельный план перегона) – позволяет на основе имеющейся документации получить сопутствующую документацию.

Все эти перечисленные принципы автоматизированного проектирования путевого плана перегона позволят наиболее максимально, на данный момент времени, автоматизировать работу проектировщика, то есть, насколько это, возможно, быстро получить выходную документацию по перегону, в пределах допустимого избежать ошибок и неточностей в процессе выполнения работы.

1. Современные программы автоматизированного проектирования систем СЦБ

1.1. Автоматизированные функции

В настоящий момент автоматизированы следующие этапы проектирования с использованием программы схематический план:

- -Таблица взаимозависимости стрелок, сигналов и маршрутов.
- -Принципиальные схемы.
- -Проверка занятости контактов.
- -Размещение приборов на стативах.
- -Монтажные схемы.
- -Монтаж релейных шкафов.

Для программы схематического плана станции автоматизировано выполняются следующие операции:

- расчет количества рельсовых цепей, дроссель-трансформаторов, реле и т. д.
- составление таблицы рельсовых цепей;
- составление таблицы стрелочных гарнитур;
- составление схемы канализации тягового тока.

Документация включает:

- двухниточный план станции.
- схему канализации тягового тока.

1.2. Неавтоматизированные функции

Рабочее место АРМ-ПТД версии 4.00 на данный момент имеет следующие основные недостатки:

- -Программа не распознаёт некоторые типы приборов.
- -Не выполняется монтаж Пульт-табло и манипулятора.
- -Плохо выполняется монтаж разводки питания по стативам и переходы по верхним клеммам статива, в результате чего требуется полная проверка всего монтажа.
- -Монтаж релейных шкафов, так же, требует полной проверки.
- -Отсутствие базы типовых решений.
- Пока не удалось автоматизировать разработку следующих документов:
- -Схема кабельной сети.
- -Монтаж кроссового статива. (Выполнение возможно с значительными усилиями)
- -Схема межпанельных и внешних соединений питающей установки. План размещение оборудования в посту ЭЦ.
- -Схема (таблица) разводки внутрипортовой соединительной и питающей кабельной сети.
- -Схема расположение элементов и ведомость кабельроств.

В настоящее время из-за все повышающихся требований к темпам и качеству выпускаемых проектов сильно возросла потребность в автоматизации всей цепочки процесса проектирования от синтеза эксплуатационной части по исходным данным изыскателей до выпуска принципиальных и монтажных схем с использованием баз типовых решений.

2. Автоматизация проектирования кабельного плана перегона

2.1. Необходимость внедрения данного этапа

До сих пор неохваченным этапом остается синтез кабельного плана перегона. Это значительно увеличивает сроки выпуска готовой документации по АБТ-Ц в целом. Стоит задача скорейшего внедрения программ автоматизации этого этапа разработки проектной документации. Входными данными являются путевые планы перегона. Необходимо получить расчет длин, жилности и типа кабеля; трассу его прокладки, количество и ординаты разветвительных муфт и др.

Внедрение данного этапа в общую цепочку уже имеющегося программного комплекса проектировщика АРМ-ПТД позволит не только

повысить качество выпускаемой продукции и многократно уменьшит трудозатраты, но и значительно упростит этап по реконструкции уже ранее разработанных участков или внесении поправок в исходные данные путевого плана перегона.

2.2. Требования к прокладке кабельной трассы

Групповые кабели, как правило, прокладывают по обочине крайнего пути. Проектирование кабельных планов производится пока в основном вручную. При проектировании можно выделить следующие основные этапы: расчет требуемых жильностей кабелей, подводимых к устройствам определение типа и размещение разветвительных муфт трассировка (прокладка кабеля) Цель размещения муфт – максимальное упрощение последующего процесса трассировки и минимизацию числа не проведенных трасс. В задачах размещения используются следующие критерии качества: минимальная суммарная длина соединительных кабелей. Минимальная длина кабеля, соединяющего источник сигнала с наиболее удаленной нагрузкой. Минимальное число кабелей, длина которых превышает заданную величину. Максимально близкое размещение компонентов, имеющих наибольшее число общих цепей, с учетом допустимого расстояния между элементами. Задача трассировки состоит в построении соединений между выводами размещенных элементов при учете конструктивных ограничений. Для связи с перегонными объектами (рельсовыми цепями, светофорами) прокладывается магистральный кабель СЦБ, парной скрутки. При электротяге постоянного тока и автономной тяге рекомендуется кабель марки СБЗПУ, при электротяге переменного тока кабель с коэффициентом защитного действия 0,1. В необходимых случаях для защиты кабелей СЦБ от опасных влияний должны применяться дополнительные меры как, например, прокладка совместно с кабелем алюминиевого троса и др. Кроме цепей СЦБ в магистральном кабеле предусматриваются жилы для организации аварийно-восстановительной связи (АВС). Для организации перегонной связи (ПГС) должны использоваться существующие или вновь укладываемые кабели связи. Целесообразность размещения в магистральном кабеле прочих цепей СЦБ (САУТ, УКСПС, КГУ и др.) определяется конкретным проектом.

Прокладка релейных и питающих концов ТРЦ предусматривается в разных кабелях с целью исключения их объединения, а так же необходимо прокладывать в разных кабелях прямых и обратных жил управления светофорами, удаленными на расстояние более 4 км для обеспечения контроля обрыва жилы на дальнем конце кабеля. Дальность управления светофором составляет не более 9 км по кабелю. Длина соединительного кабеля для ТРЦ при любом виде тяги должна быть не более 12км. Для перегонов большой протяженности допускается размещение аппаратуры

АБТЦ в промежуточных пунктах между станциями, ограничивающими перегон. Перегонные устройства (светофоры, переезды и др.) при АБТЦ управляются со станций ограничивающих перегон. На каждую станцию собирается, как правило, половина перегонных устройств. При необходимости организации промежуточного пункта целесообразно размещать его по возможности на середине перегона, что позволит сократить жильность применяемого кабеля.

2.3. Алгоритм автоматизированного синтеза кабельного плана перегона

В настоящее время разработан алгоритм автоматизированного синтеза кабельного плана для системы АБТЦ с трехзначной сигнализацией:

Исходные данные для проектирования кабельного плана:

1. Тип сигнализации
2. Кол-во и ординаты размещения сигнальных точек и др.

Для рассмотрения возьмем перегон:

- - трехзначная АБТЦ
- - постоянный тяговый ток
- - отсутствие модуля (перегон менее 12 км.)
- - кабель в полосе отвода ж.д., глубина укладки 0,8-1,1м.
- - без учета различных типов кабелей для прокладки в тоннелях, на по мостам, пересечениях с др. , вблизи тяговой подстанции и др.
- - отсутствие переезда на перегоне
- - двухпутный участок
- - наличие САУТ
- - отсутствие УКСПС и КГУ

При автономной и тяге переменного тока используем кабель СБЗПУ.

Рассчитывается (вводятся данные) о количестве сигнальных точек, питающих и релейных концов, устройств САУТ, линейных цепей, дополнительных жил. Определяется необходимое количество жил кабеля, без учета резерва и присваивается название каждой жиле. Питающие и релейные концы; прямые и обратные жилы; включение огней светофоров, разделяются в разные группы (кабели), остальные используемые жилы равномерно распределяются по этим двум несовместимым группам. При длине кабеля менее 4км. Прямые и обратные жилы могут совмещаться в одном кабеле. Определяется необходимый запас жил кабеля из расчета 1-10 жил 1запас. При необходимости учитывается развитие на перспективу. С учетом существующих марок и жильности кабелей, определяем необходимое количество кабелей и маркировку, при этом выбираются кабели с возможной большей жильностью, но не превышая 10 релейных концов для одного кабеля из условий схемы контроля. Присваивается

каждой паре жил каждого кабеля свое название (назначение), включая запас. Жилы обязательно объединяются, соблюдая парность. Пары жил кабелей, в свою очередь, объединяются в группы, в случае подключения ими рядом расположенных устройств, например ламп светофора или светофора и пит/релейного конца (до 40м.) По известным ординатам каждого устройства вычисляются длины пар (групп пар) жил кабеля. Прибавляется расход кабеля на закладку в грунт (глубина закладки 0,8-1,1м.), разделку (3м.), запас (2%), переход под путями (6м.), перед мостом (1м.) и др.

Таким образом, мы имеем данные о расходе, жилности основного магистрального кабеля. У каждого устройства (группы устройств), устанавливается разветвительная или концевая муфта. Расход кабеля (при стандартных условиях) берется 10м. от муфты до устройства, это расстояние + 2 запаса по 3м. на разделку кабеля. Тип муфт определяется из условий возможного количества разделяемых жил кабеля (муфты на 4,7 и др. направлений).

3. Заключение

Программа, построенная на базе данного алгоритма позволит полностью автоматизировать этап построения кабельной сети на перегоне с учетом необходимых типов кабелей, разветвительных муфт. Автоматически создаются спецификации всего необходимого оборудования. При любых изменениях на кабельном плане перегона, программа автоматически вносит изменения в документацию по станции, что освобождает пользователя от значительного объема ручной работы. Эффективность от использования САПР СЦБ выражается в сокращении трудозатрат при проектировании систем СЦБ, повышении качества проектов, снижении ручного непроизводительного труда. Применение АРМ позволяет значительно сократить время на проектирование, повысить качество технической документации, производить электронный обмен технической документацией.

4. Литература

Альбом по проектированию АБТЦ-2000. (часть 1,2,3,4) ГТСС, 2000
Правила по прокладке и монтажу кабеля. 1997

УДК 625.151

БЕЗОПАСНОСТЬ КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ КОНСТРУКЦИЙ СТРЕЛОЧНОГО ПЕРЕВОДА

В.М. Руденко

Аннотация

Кинематической схемой “электропривод – гарнитура – остряки” централизованной стрелки предусматривается отдельное крепление к остряку рабочих и контрольных тяг в точках, максимально приближенных к концу остряка, что предотвращает возникновение сверхнормативного зазора “остряк – рамный рельс” по причине деформации остряка или противошерстного отжима рамного рельса колесной парой.

Ключевые слова: остряк; рамный рельс; продольная рабочая тяга; межостряковая тяга; телемеханический контроль; запас прочности; дублирование; неконтролируемый опасный отказ.

Введение

При существующем расположении рабочего шибера привода и рабочих тяг при переводе стрелки остряки не всегда занимают конечное положение по всей своей длине, согласно эпюре стрелочного перевода, что зависит от марки крестовины, качества укладки стрелки и ее содержания. Поэтому колесные пары подвижного состава доводят остряки до требуемого положения, ввиду чего распространяются сверхнормативные ударные импульсы, воздействующие на запирающий механизм привода и элементы гарнитуры.

1. Анализ кинематических схем

Для устранения сверхнормативных ударных импульсов стрелочный привод в настоящее время снабжается дополнительной продольной рабочей тягой (16-17) и межостряковой тягой (18-19), устанавливаемой в средней части остряка на расстоянии, зависящем от типа стрелочного перевода (Рис.1).

- 1-4, 5-8 – фундаментальные угольники,
- 9, 10 – контрольные тяги,
- 11-12 – межостряковая тяга,
- 13-14 – основная рабочая тяга,
- 16-17 – продольная тяга,
- 18-19 – дополнительная межостряковая тяга.

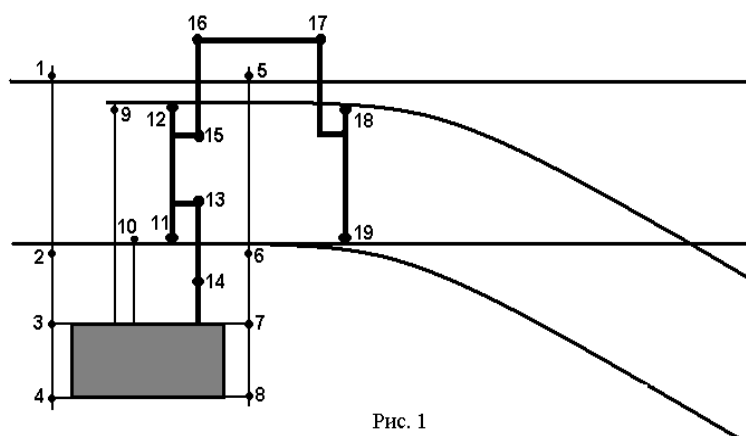


Рис. 1

Кинематическая схема стрелочного перевода с продольной тягой

Чтобы оценить, насколько безопасна эта кинематическая схема, следует учитывать, что к основным методам и способам защиты устройств электрической централизации (ЭЦ) от опасных состояний при повреждениях стрелочного привода и гарнитур относятся следующие.

1. Непрерывный телемеханический контроль исправного состояния и зафиксированного положения элементов привода, сопровождающийся при его сверхнормативном изменении немедленным или не позднее очередного перевода стрелки введением системы ЭЦ в защитное состояние.
2. Создание не менее чем четырехкратных запасов прочности конструкций, выполняющих ответственные функции.
3. Дублирование элементов и узлов, при котором повреждение одного из них не должно вводить привод в опасное состояние и обнаруживаться при очередном переводе или в пределах нормативного срока периодического обслуживания вручную или дистанционно.
4. Гарантированное выполнение заданных функций конструктивным путем.

Наиболее ответственной функцией анализируемой кинематической схемы, невыполнение которой приводит к опасному отказу, является снятие запираания остряков (остряка) или снижение нормативной величины силы их запираания. В таблице 1 приведены результаты анализа кинематической схемы (рис. 1) исходя из применения к её оценке указанного критерия (сверхнормативная деформация или разрыв конструкции, излом узла крепления).

Из анализа результатов таблицы 1 вытекает, что рассматриваемая кинематическая схема при определенных условиях может иметь опасный неконтролируемый отказ: состояние контроля при незапертом с нормативной силой остряке. Это состояние не обнаруживается даже при очередном переводе стрелки. Предпосылками для возникновения такого состояния являются хорошее содержание стрелочного привода, наличие упругих сил остряка (на отжим), переводные усилия в пределах или ниже

нормативного значения. В связи с этим должны существовать аналитические и экспериментальные доказательства, убеждающие, что при возникновении такого повреждения переводных усилий со стороны продольной и второй межостряковой тяг гарантированно окажется недостаточно для перемещения всего остряка (такого доказательства нет).

ТАБЛИЦА 1. Результаты анализа кинематической схемы стрелочного перевода

№ п/п	Отказы	Последствия отказов	Вид отказа и его контролируемость	
			Опас- ный	Защит- ный
1	Разъединение в узле 14	Снимается запирающее устройство остряков с нормативной силой, сохраняется удержание остряков контрольным механизмом (КМ) и инерцией массы элементов дополнительного запирающего устройства 15-16-17-18-19. Обнаруживается при очередном переводе стрелки.	Контролируемый (К)	
2	Разъединения в узле 1	Ослаблены крепления фундаментного угольника (ФУ) к рамным рельсам.		Неконтролируемый (НК)
3	Разъединения в узле 9 при переводе стрелки	Нет перемещения контрольной тяги и линейки стрелочного электропривода (СЭП).		К
4	То же, после перевода	Обнаруживается при очередном переводе стрелки.	К	
5	То же, в узле 15	Нет воздействия на среднюю часть остряка.		НК
6	То же, в узле 17	Нет воздействия на среднюю часть остряка.		НК
7	То же, в узле 12 или 11	Остряк перемещается и занимает крайнее положение под действием переводного усилия, действующего через продольную тягу 14-13-15-	НК	

№ п/п	Отказы	Последствия отказов	Вид отказа и его контролируемость	
			Опас- ный	Защит- ный
		16-17-18-19.		
8	То же в узле 13 или 14	Остряк не перемещается, не занимает крайнего положения.	К	

Обрыв в точке 15 в большей степени и обрыв в точке 16 в меньшей степени создают дополнительную силу, удерживающую острия в исходном положении, в связи чем при переводе стрелки неизбежно увеличение неконтролируемого прогиба средней части остриев, а следовательно возникновение ударов, которые могут создать угрозу безопасности движения поездов. Такого рода повреждения следует отнести к категории опасных.

Кроме того, при обрыве в точке 15 (или в любой другой точке рабочей тяги к средней части острия) создается угроза схода подвижного состава в случае попадания постороннего предмета в желоб между рамным рельсом и острием. В этом случае при переводе стрелки происходит сверхнормативный прогиб остриев и сужение колеи, на которое контрольная система стрелочного привода никак не реагирует. Поэтому обязательным условием применения дополнительных тяг стрелок с гибкими остриями является применение дополнительного контрольного устройства контактного типа во избежание появления серьезных проблем совместимости с действующими устройствами ЭЦ станции.

Другое решение задачи перемещения и запираания длинных остриев (1/18, 1/22) по всей их длине заключается в установке в средней части острия дополнительного привода меньшим ходом рабочего шибера (рис. 2).

При таком размещении приводов возникает несколько непростых задач.

Первая из них состоит в необходимости обеспечения синхронного и синфазного режима работы двух приводов, что практически невозможно, так как один из приводов может завершить перевод, а второй – работать в режиме фрикции из-за изменения переводных усилий по сравнению с начальной регулировкой хода приводов. Определяя сечение кабелей, следует учитывать это обстоятельство. Вторая задача состоит в необходимости организации немедленного выключения второго привода при остановке в среднем положении по какой-либо причине первого, во избежание появления усилий, изгибающих и деформирующих острия.

По этим причинам проблематичен параллельный перевод спаренных стрелок по общим линейным проводам и с общим блоком управления.

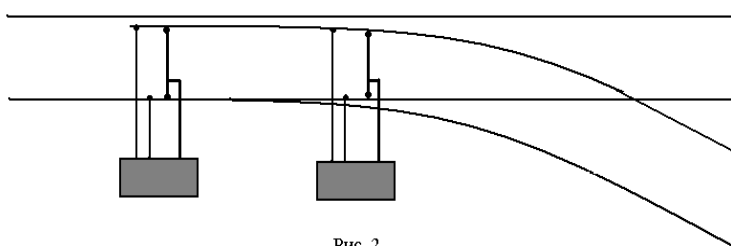


Рис. 2

запира-

Кинематическая схема стрелочного перевода с двумя приводами

ческими показателями. Данный вывод будет справедлив только при условии, что аналитическими и экспериментальными исследованиями будет установлена безопасная величина тяговых усилий, действующих со стороны продольной тяги на острия в точках крепления основной рабочей тяги.

3. Литература

Резников Ю.М. Стрелочные электроприводы электрической и горочной централизации. М: Транспорт.1985. С.288

2. Заключение

Сопоставляя принципы построения приведенных кинематических схем, следует отдать предпочтение первой из них, как обеспечивающей перевод и

ние длинных острых стрелок с лучшими качественными и экономич-

УДК 656.25

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ЛОГИЧЕСКОГО ДОПОЛНЕНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И МОНИТОРИНГА УСТРОЙСТВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ

Г.В. Осадчий

Аннотация

Предложена новая структура контроля, на основе использования метода логического дополнения. Описана самопроверяемая структура контроля с использованием кода «1 из 4». Приведена одна из возможных структур синтеза блока логического дополнения.

Ключевые слова: логическая схема; функциональный контроль комбинационных схем; самопроверяемый тестер; проверяющий тест тестера; метод логического дополнения

Введение

Широкое применение дискретных систем управления на железнодорожном транспорте требует от разработчиков этих систем использования новых методов обнаружения неисправностей в. Эти методы должны обеспечивать высокую вероятность обнаружения при относительно небольших аппаратных затратах.

1. Традиционная структура контроля комбинационных схем

Традиционная структура функционального контроля комбинационных схем показана на (рис.1). Она включает в себя блок основной логики $f(x)$, на выходе которого реализуется система функций $f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)$, дополнительный блок контрольной логики $g(x)$, на выходе которого реализуется система контрольных функций $g_1(x), g_2(x), \dots, g_k(x)$, и самопроверяемый тестер (СПТ). Контроль осуществляется на основе применения какого-либо кода с обнаружением ошибок. Факт принадлежности рабочих векторов $\langle f_1 f_2 \dots f_n g_1 g_2 \dots g_k \rangle$ выбранному коду фиксируется с помощью СПТ.

Самопроверяемый тестер обнаруживает все те неисправности в блоках $f(x)$ и $g(x)$, которые искажают кодовый вектор $\langle f_1 f_2 \dots f_n g_1 g_2 \dots g_k \rangle$. Тестер обладает свойством самопроверки. Это означает, что для любой одиночной неисправности схемы тестера существует вектор кода, при котором $Z_1 Z_2 = 00$ или 11 . Данная структура исследована многими авторами (Согомонян Е.С., Слабаков Е.В., 1989; Сапожников В.В., Сапожников Вл.В., 1992).

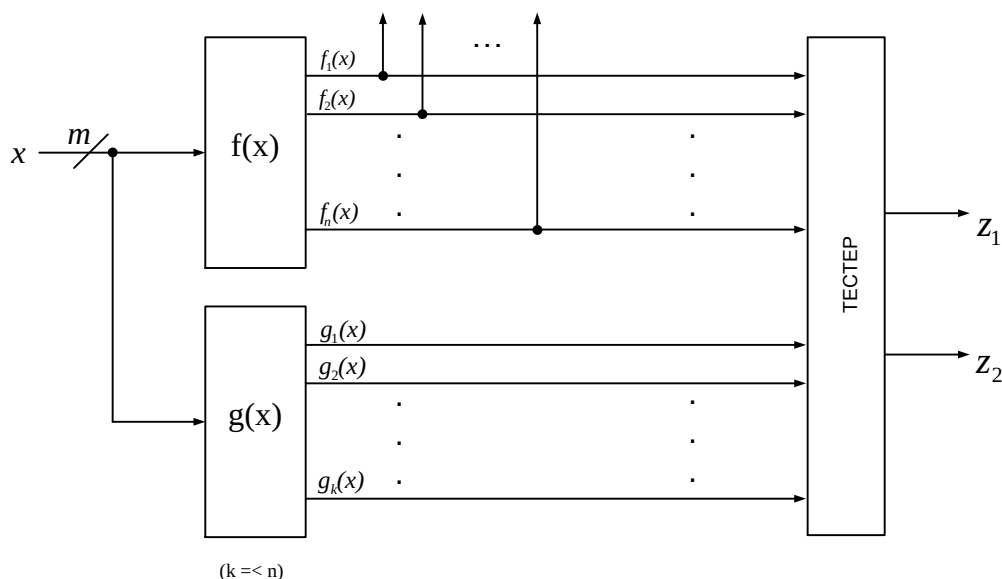


Рис.1. Традиционная структура функционального контроля комбинационных схем

При построении структуры (рис.1.) решаются две основные задачи:

1. обеспечение на входе тестера появления такого множества кодовых векторов, которые составляют проверяющий тест тестера;
2. синтез дополнительного блока $g(x)$ с минимальной сложностью.

2. Структура контроля комбинационных схем методом логического дополнения

Предлагаемая новая структура контроля, основывается на использовании метода логического дополнения. Принципиальное отличие этого метода состоит в следующем. В структуре (рис.1.) вычисляются избыточные контрольные разряды $g(x)$ по известным информационным разрядам $f(x)$. В структуре (рис.2.) вектор информационных разрядов $\langle f_1 f_2 \dots f_n \rangle$ преобразуется в вектор $\langle h_1 h_2 \dots h_n \rangle$, принадлежащий выбранному коду с обнаружением ошибок. С этой целью блок $g(x)$ вычисляет функции дополнения $g_1(x), g_2(x), \dots, g_n(x)$. Каждая выходная функция основного блока $f_i(x)$ преобразуется (дополняется) при помощи элемента “сложения по модулю 2” и соответствующей функции $g_i(x)$ в специальную контрольную функцию $h_i(x)$:

$$h_i(x) = f_i(x) \oplus g_i(x) \quad (1)$$

Функции $g_1(x), g_2(x), \dots, g_n(x)$ выбираются таким образом, чтобы для каждого входного набора $\langle x_1 x_2 \dots x_n \rangle$ формировался вектор $\langle h_1 h_2 \dots h_n \rangle$, принадлежащий избыточному коду. Тестер контролирует вектор $\langle h_1 h_2 \dots h_n \rangle$.

В этом случае число разрядов избыточного кода равно числу выходов схемы. Поэтому в структуре логического дополнения контролируется более простой код (n разрядов) чем в традиционной структуре ($n+k$ разрядов), что упрощает задачу построения СПТ. Последний имеет меньше входов и меньшую сложность. Это важно для схем с большим числом выходов, для которых сложность тестера может составить значительную долю от сложности исходной схемы $f(x)$.

Выделим основные ценные качества структуры логического дополнения:

- блок $g(x)$ может иметь достаточно большое число вариантов построения. Это позволяет при построении структуры (рис.2.) осуществлять выбор среди различных вариантов блока $g(x)$ с минимальной сложностью.
- Кроме того, путем подбора функций $g_1(x), g_2(x), \dots, g_n(x)$ имеется возможность обеспечить поступление на входы тестера и элементов,

“сложение по модулю 2” всех наборов, составляющих проверяющий тест. Поэтому метод логического дополнения позволяет строить полностью самопроверяемые комбинационные схемы и в тех случаях, когда это невозможно традиционным методом.

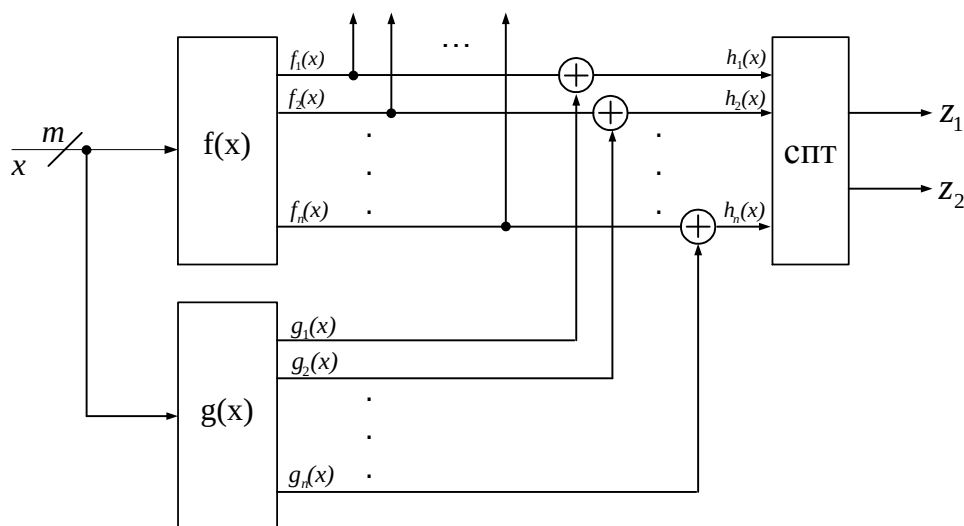


Рис.2. Структура контроля с использованием метода логического дополнения

Используем оба выше указанных принципа для организации контроля комбинационных схем. Для этого в качестве кода на основе которого будет осуществляться контроль выберем код с постоянным весом “1 из 4”. Тогда структура представленная на рис.2. будет иметь следующий вид рис.3.

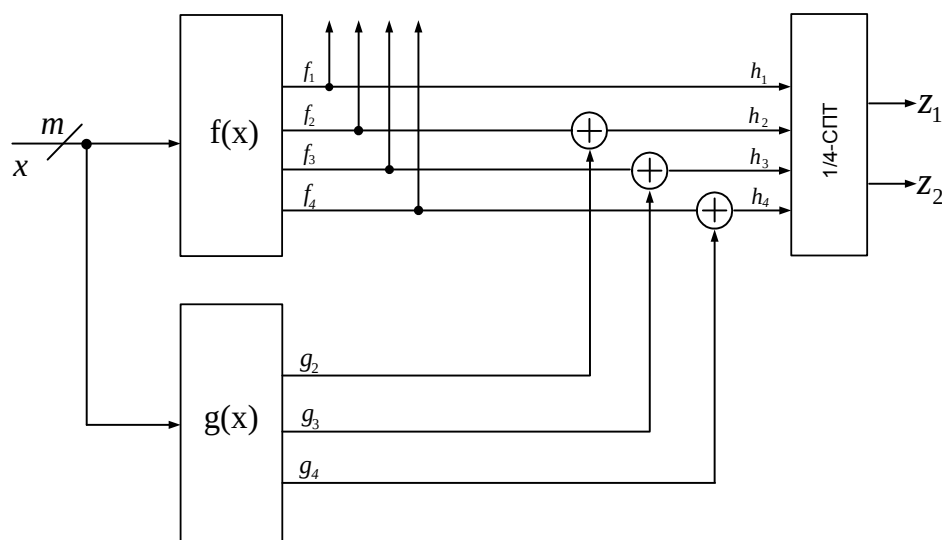


Рис.3. Структура контроля методом логического дополнения на основе кода “1/4”

Выбор данного кода обусловлен двумя факторами, во-первых, тестер на его основе имеет простую схему, т.е. другими словами меньшую площадь (далее подробнее остановимся и рассмотрим, что понимают под этим термином) во-вторых, тестер, построенный на базе этого кода для своей проверки требует всего четыре кодовых слова.

Используя формулу (1) и структуру на рис.3. легко заметить, что для преобразования векторов $\langle f_1 f_2 f_3 f_4 \rangle$ в контрольные векторы $\langle h_1 h_2 h_3 h_4 \rangle$ принадлежащих коду на основе которого осуществляется контроль необходимо осуществить дополнение трех функций: $f_2(x)$, $f_3(x)$ и $f_4(x)$. Определим функции дополнения следующим образом:

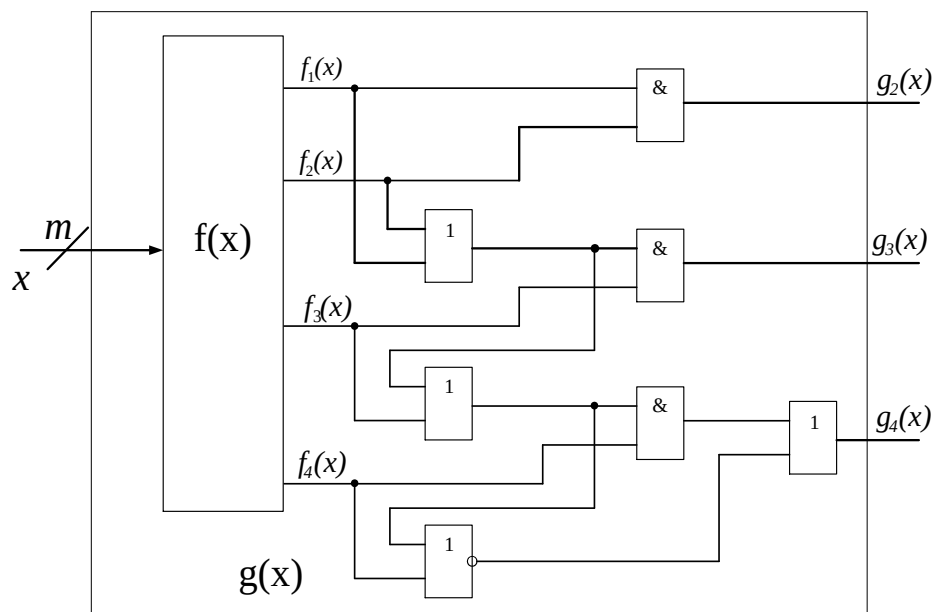
$$\begin{aligned} g_2(x) &= f_1(x) f_2(x), \\ g_3(x) &= (f_1(x) \vee f_2(x)) f_3(x), \\ g_4(x) &= (f_1(x) \vee f_2(x) \vee f_3(x)) f_4(x) \vee \overline{f_1(x) \vee f_2(x) \vee f_3(x) \vee f_4(x)}, \end{aligned} \quad (2)$$

Таким образом, элементы контрольного вектора, которые необходимы для работы самопроверяемого тестера (1/4 СПТ) находятся по формулам:

$$\begin{aligned} h_1(x) &= f_1(x), \\ h_2(x) &= f_2(x) \oplus g_2(x), \\ h_3(x) &= f_3(x) \oplus g_3(x), \\ h_4(x) &= f_4(x) \oplus g_4(x), \end{aligned} \quad (3)$$

Полученные выражения (2) и (3) являют собой прямое доказательство тех свойств, которыми обладает структура логического дополнения.

Завершение процесса синтеза блока $g(x)$ заключается в оптимизации структуры на рис.4.

Рис.4. Структура синтеза блока $g(x)$.

3. Заключение

Особенность предлагаемого подхода заключается в том, что он позволяет целенаправленно решать задачу полной проверки в рамках самопроверяемой структуры дополнительных контрольных элементов (СПТ, М2, TRC). Используя метод логического дополнения применительно к контрольным примерам системы MCNC были получены экспериментальные результаты, которые показали его эффективность. Таким образом, принцип логического дополнения позволяет получать новые отличающиеся от традиционных, самопроверяемые схемы комбинационных структур.

4. Литература

- Согомонян Е.С., Слабаков Е.В. Самопроверяемые устройства и отказоустойчивые системы. М.: Радио и связь, 1989
- Сапожников В.В., Сапожников Вл.В. Самопроверяемые дискретные устройства. СПб.: Энергоатомиздат, 1992

УДК 656.342

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ УСТРОЙСТВ СТАНЦИЙ, УЗЛОВ И ЛИНИЙ МЕТРОПОЛИТЕНА

Т. Ю. Константинова

Аннотация

Эксплуатация метрополитена предполагает решение задач обеспечения комфортности и безопасности перевозки пассажиров и снижения эксплуатационных расходов, повышения доходности.

Применяемые в настоящее время методы управления не обеспечивают возможности качественного решения всего комплекса задач.

В статье предлагается использовать компьютерные технологии на основе имитационного моделирования. А также оптимизационные методы работы устройств пересадочного узла метрополитена. Приведен способ сопряжения устройств метрополитена с устройствами пригородного железнодорожного сообщения.

Ключевые слова: пассажиропотоки; экспертная система; целевая функция; пересадочный узел; имитационная модель

Введение

Транспортная система крупного города включает в себя наземный пассажирский транспорт (автобусы, трамваи, троллейбусы и коммерческие маршруты), метрополитен и пригородные электропоезда. Метрополитен является основой данной транспортной системы.

В настоящее время важной проблемой метрополитена является определение оптимальных режимов работы его устройств, позволяющих снизить дефициты их пропускных способностей в часы «пик» и рационально расходовать имеющиеся ресурсы в межпиковые часы. На сегодняшний день графики режимов работы устройств метрополитена строятся заранее на заданные промежутки времени.

Наиболее сложным и ответственным объектом транспортной системы является пересадочный узел. В метрополитене узел состоит из двух станций, перехода и иногда дополняется эскалатором на переходе.

Работа узла метрополитена эффективно оценивается методом имитационного моделирования. Для этого можно воспользоваться уже разработанной имитационной моделью обслуживания пассажиропотоков на метрополитене. В настоящее время модель дает точечную оценку, поэтому необходимо разработать надстройку для управления этой моделью. Разработка надстройки для управления моделью является необходимым условием в решении проблемы оптимизации режимов работы устройств. Однако данная модель является инструментом. Чтобы с её помощью перейти к автоматизации определения режимов работы устройств узла, необходимо формализовать описание объекта исследования пересадочного узла.

1. Современное состояние проблемы определения режимов работы устройств метрополитена

Построенные на заданный промежуток времени графики, не чувствительны к изменению пассажиропотоков. Поэтому задача определения динамических режимов работы устройств метрополитена является актуальной.

1.1. Определение множества рассматриваемых устройств и их свойств. Постановка задачи.

Представлена формализованная схема станций, узлов и линий метрополитена как объектов формализации. Рассмотрена на примере узла Санкт-Петербургского метрополитена ст. «Пл. Восстания I, II – Маяковская». Моделируя отдельный пересадочный узел, определяются оптимальные значения для всех станций, узлов и линий метрополитена.

Целевая функция зависит от:

- потоков пассажиров ($P_{вх}; P_{Пвых}; P_{Пвх}; P_{вых}$);
- потоков поездов ($P_{пч}; P_{пн}$);
- количества работающих устройств ($W_э$);
- пропускных способностей емкостей и устройств ($W_о$);

Таким образом, она выглядит так:

$$W = W_о W_э \{P_{вх}; P_{Пвых}; P_{Пвх}; P_{вых}\} \{P_{пч}; P_{пн}\}; \quad (1)$$

где критерии оптимизации:

$$W_о \Rightarrow W_о \min; W_э \Rightarrow W_э \min;$$

$W_о$ – суммарный дефицит (очереди) пропускных способностей устройств и емкостей. Емкости – это платформы, зона между турникетами и эскалатором, зона между эскалатором и платформами, вестибюль.

$W_э$ – количество работающих устройств по группам (двери, турникеты, эскалаторы и т. п.) Эксплуатационные расходы;

Структура целевых функций для показателей $W_о, W_э$.

$$W_о W_э = \{P_{вх}; P_{Пвых}; P_{Пвх}; P_{вых}; X_д; X_к; X_э; X_т; X_п; X_{эп}\} \Rightarrow W_о W_э \min; \quad (2)$$

Пассажиропотоки в одном эксперименте считаются постоянными. Дискретные управляемые в экспериментах переменные.

$X_д$ – переменные для входных дверей;

$X_к$ – переменные для касс;

$X_э$ – переменные для эскалаторов;

$X_т$ – переменные для турникетов;

$X_п$ – переменные для переходов (пешеходные);

$X_{эп}$ – переменные для эскалаторов на переходах;

2. Разработка метода оптимизации определения режимов работы устройств метрополитена

В данном методе целесообразно свести факторы к двухуровневым. Для чего все факторы, в которых более двух уровней, разбиваются на два двухуровневых. Например, $X_э$ разбиваем на два фактора $X_{эв}$ – переменная эскалатора направленного вверх, и $X_{эн}$ – переменная эскалатора направленного вниз. Таким образом:

$X_{эв} = 0, X_{эн} = 0$ – эскалатор закрыт;

$X_{эв} = 1, X_{эн} = 0$ – подъем;

$X_{эв} = 0, X_{эн} = 1$ – спуск.

$X_{эв} = 1, X_{эн} = 1$ – запрещенная комбинация и в эксперименте не используется.

$X_п$ разбиваем на два фактора $X_{пп}$ – переменная прямого направления перехода, и $X_{по}$ – переменная обратного направления перехода. Также получим:

$X_{пп} = 0, X_{по} = 0$ – переход закрыт;

$X_{пп} = 1, X_{по} = 0$ – переход открыт в прямом направлении;

$X_{пп} = 0, X_{по} = 1$ – переход открыт в обратном направлении;

$X_{пп} = 1, X_{по} = 1$ – переход открыт в обоих направлениях.

А для эскалатора на переходе:

$X_{эпв} = 0, X_{эпн} = 0$ – эскалатор закрыт;

$X_{эпв} = 1, X_{эпн} = 0$ – подъем;

$X_{эпв} = 0, X_{эпн} = 1$ – спуск.

$X_{эпв} = 1, X_{эпн} = 1$ – запрещенная комбинация и в эксперименте не используется.

Для автоматических турникетов, которые могут быть как с автоматическим пропуском, так и с ручным пропуском $X_т$ разбивается на $X_{та}$ – переменная автоматического режима работы, $X_{тр}$ – переменная ручного режима работы.

$X_{та} = 0, X_{тр} = 0$ – турникет закрыт;

$X_{та} = 1, X_{тр} = 0$ – работа турникета в автоматическом режиме;

$X_{та} = 0, X_{тр} = 1$ – работа турникета в автоматическом режиме;

$X_{та} = 1, X_{тр} = 1$ – запрещенная комбинация и в эксперименте не используется.

Таким образом, увеличивая число факторов мы сводим их к двухуровневым.

при ограничениях: $Z_э \leq E_{эп}$ $Z_{эп-э} \leq E_{эп-э}$ $Z_n \leq E_{пн}$,

где,

– $E_{эп}$ – нормативная емкость вестибюля;

– $Z_э$ – фактическое заполнение вестибюля;

- $E_{зм-э}$ – нормативная емкость зоны;
- $Z_{зм-э}$ – фактическое заполнение зоны между турникетами и эскалатором.
- $E_{пн}$ – нормативная емкость платформы;
- $Z_{пн}$ – фактическое заполнение платформы.

Емкости вестибюлей, платформ, зон между турникетами и эскалаторами, а также плановый и аварийный ремонты не являются управляемыми переменными, а возникают в качестве ограничений с воздействием на устройства (двери, турникеты).

3. Гибридная экспертная система на основе метода оптимизации режимов работы устройств метрополитена

Основой надстройки является гибридная экспертная система, которая строится по формализованной схеме станций, узлов и линий метрополитена.

Основой экспертной системы является разработанная в лаборатории кафедры имитационная модель «ЭС-М». (Шеннон, 1978).

Метрополитен рассматриваем как автоматизированный технологический комплекс (АТК) с обеспечением всех подсистем, управления входным потоком пассажиров и поездов.

Для реализации функций разработана система АТК-М, неотъемлемой частью которой является система СМАКОП - (М) – (система моделирования и анализа качества обслуживания пассажиропотоков метрополитена), оперирующая двумя видами потоков – пассажиропотоками и потоками поездов. При этом система непосредственно взаимодействует с подсистемой автоматизированной системы качества обслуживания пассажиров на метрополитене (АСКОП-М), которая является генератором входных пассажиропотоков и системой автоматизированного построения графика (САПР-ГРАФ), которая является генератором потока поездов.

Развитие данной методики является перспективным направлением для анализа комплекса сопряжения: устройств; ж. д. станций – станций метрополитена; городского транспорта – станций метрополитена.

Обе составляющие: входной пассажиропоток из метрополитена и входной пассажиропоток с улицы входного пассажиропотока на железнодорожный вокзал узла «станция метрополитена – железнодорожный вокзал» учитываются с помощью системы АСКОП-ЖД как входной пассажиропоток, а качественную оценку части входного пассажиропотока, приходящей с метрополитена мы оценим согласно увеличению значения выходного пассажиропотока при наложении на него графика движения пригородных электропоездов.

Выходной пассажиропоток учитывается на выходных турникетах системы АСКОП-ЖД.

4. Сопряжение устройств метрополитена с устройствами городского транспорта и устройствами пригородного железнодорожного транспорта

Поставленная задача транспорта включает в себя не только задачу оптимизации устройств метрополитена, но и сопряжение этих устройств с устройствами наземного пассажирского транспорта и пригородного сообщения железнодорожного транспорта. Рассмотрено сопряжение узла метрополитена с железнодорожным вокзалом.

Пригородный железнодорожный транспорт выполняет перевозку пассажиров, пункты отправления и назначения которых находятся в непосредственной близости от железнодорожных станций, т.е. вместо наземного транспорта и метрополитена используется пригородное железнодорожное сообщение.

В связи с тем, что метрополитен играет одну из важнейших ролей в сети городского пассажирского транспорта необходимо рассмотреть пассажирообмен между метрополитеном, как крупнейшим перевозчиком пассажиров по городу, и пригородным сообщением. (Сухнин, 2000).

5. Заключение

В настоящее время разрабатывается математическая модель решения этой задачи, как задачи линейного программирования. (Ермаков и др., 1987). Эта модель апробирована на примере эскалаторов на входах-выходах, и переходе, где,

X_0 – число эскалаторов на спуск «Восстания»;

X_1 – число эскалаторов на спуск «Московский вокзал»;

X_2 – число эскалаторов на спуск «Маяковская»;

X_3 – число эскалаторов на подъём «Восстания»;

X_4 – число эскалаторов на подъём «Московский вокзал»;

X_5 – число эскалаторов на подъём «Маяковская»;

D – Пропускная способность эскалатора за 5 мин. $D=2000$ чел. /5 мин.

V – Потоки пассажиров эскалатора за 5 мин;

B – число пассажиров за пятиминутку на платформе станции.

Разработка полной модели, охватывающей режимы работы всех устройств, находится на стадии разработки.

6. Литература

Шеннон Р. Имитационное моделирование систем. Искусство и наука. М: «Мир», 1978

Ермаков С.М., Жиглявский А.А. Математическая теория оптимального эксперимента. М.: «Наука», 1987

Сухнин М.Ф. Численное решение некоторых экстремальных задач. М: Изд-во РУДН, 2000

УДК 656.224.072.4: 656.342

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАССАЖИРОПОТОКА СТАНЦИИ «ПИОНЕРСКАЯ» МЕТРОПОЛИТЕНА г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Д.С. Хрущева

Аннотация

В связи с ростом в последние годы числа пассажиров метрополитена очень важным аспектом научных исследований является математическое моделирование пассажиропотоков с целью управления ими. В статье рассмотрены линейная, кусочно-линейная модели и модель на основе кубического сплайна для станции «Пионерская». Приведены также сравнительные результаты анализа эффективности указанных моделей путем сравнения равномерных и квадратичных норм. В качестве исходных данных для построения модели использованы реальные значения пассажиропотоков, зафиксированные «Автоматизированной системой контроля оплаты проезда на метрополитене» (АСКОП-М).

Ключевые слова: математическая модель; регрессия; аппроксимация; пассажиропоток; АСКОП-М

Введение

В работе используются численные методы для разработки и анализа аналитической модели суточного входного пассажиропотока на станции «Пионерская» Санкт-Петербургского метрополитена. В качестве исходных данных используются средние значения опытных данных входного пассажиропотока, полученные в результате обработки годовых значений АСКОП-М. Построение моделей осуществлялось для двух пассажиропотоков: дифференциального и интегрального. Под дифференциальным пассажиропотоком (или скоростью) понимается количество пассажиров, вошедших в метрополитен за определенный интервал времени (для скорости – за единицу времени). Интегральный пассажиропоток (суммарный) представляет собой суммарное количество вошедших пассажиров от начала работы метрополитена до фиксированного времени суток. В качестве аналитической модели принята зависимость дифференциального или интегрального пассажиропотоков от времени работы метрополитена в течение суток.

1.1. Математическая модель входного интегрального пассажиропотока метрополитена

Построение математических моделей входного интегрального пассажиропотока осуществляется с помощью аппроксимации исходных данных линейными, кусочно-линейными и нелинейными функциями (степенной, показательной и кубическим сплайном) на основе программ, написанных для ППП MatLab.

Линейная модель как наиболее простая аналитическая зависимость, аппроксимирующая функцию, заданную таблично, имеет вид (Бахвалов Н.С., 1973): $\hat{y}_x = a + bx$, где x – время работы метрополитена, y – суммарное количество пассажиров, вошедших в метрополитен ко времени x . Для определения коэффициентов a и b в работе использовался метод наименьших квадратов (Бахвалов Н.С., 1973).

В работе также проводилась аппроксимация степенной $\hat{y}_x = a \cdot x^b$ и показательной $\hat{y}_x = a \cdot b^x$ функциями. Степенная и показательная функции относятся к нелинейным функциям. Путем логарифмирования они приведены к линейным функциям, что позволило применить метод наименьших квадратов для вычисления коэффициентов a и b .

Для построения кусочно-линейной модели временной интервал на основании анализа характера изменения суммарного пассажиропотока разбивался на пять участков. На каждом участке методом наименьших квадратов были получены уравнения линейной функции, а в целом, изменение пассажиропотока за время работы метрополитена записывалось в виде составной функции.

Кубический сплайн $S_3(x)$ с дефектом равным единице рассматривался в виде:

$$S_3(x) = y_{i-1} \frac{(x - x_i)^2 (x - x_{i-1}) + h^3}{h^3} + y_i \frac{(x - x_{i-1})^2 (x - x_i) + h^3}{h^3} + \\ + m_{i-1} \frac{(x - x_i)^2 (x + x_{i-1})}{h^2} + m_i \frac{(x - x_{i-1})^2 (x - x_i)}{h^2} \quad (1)$$

Получены следующие аналитические зависимости для пассажиропотока станции «Пионерская»:

- уравнение линейной функции регрессии, являющееся линейной моделью входного суммарного пассажиропотока от времени суток:

$$\hat{y}_x^{\pi} = 97.081 + 3968.5x \quad (2)$$

- уравнение для степенной функции регрессии:

$$\hat{y}_x^c = 10^{3.2583} \cdot x^{1.3874} = 1812.6 \cdot x^{1.3874} \quad (3)$$

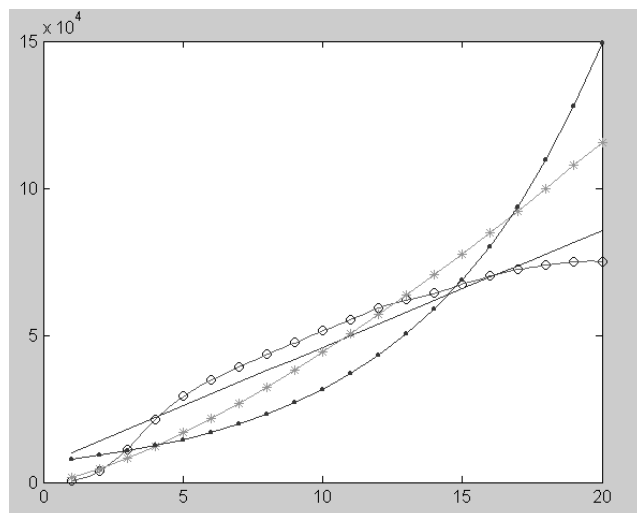


Рис. 1. Аппроксимация интегрального пассажиропотока

- уравнение показательной функции регрессии:

$$\hat{y}_x^n = 10^{3.8257} \cdot 10^{0.0674x} = 6694.2 \cdot 1.168^x \quad (4)$$

- коэффициенты кубического сплайна, коэффициенты кусочно-линейной функции регрессии для приближения входного интегрального пассажиропотока.

Графики построенных зависимостей на примере входного суммарного среднегодового пассажиропотока станции Петербургского метрополитена «Пионерская» представлены на рисунке 1.

Где «—o» — суммарный среднегодовой входной пассажиропоток станции «Пионерская», полученный путем интерполяции кубическим сплайном;

«—» — линейная функция регрессии; «—*» — степенная функция регрессии; «—.» — показательная функция регрессии.

1.1. Математическая модель входного дифференциального пассажиропотока метрополитена

Для дифференциального пассажиропотока использовалась кусочно-линейная модель и аппроксимация кубическим сплайном.

На основании выполненного расчета кусочно-линейная функция приближения дифференциального пассажиропотока будет иметь вид:

$$\hat{y}_x^{K-L} = \begin{cases} -44.976 + 15.156 \cdot x, & x \in 1;45, \\ 862.35 - 6.4422 \cdot x, & x \in 45;60, \\ 473.23 + 0.17916 \cdot x, & x \in 60;100, \\ -201.1 + 6.4628 \cdot x, & x \in 100;170, \\ 2388.2 - 9.7772 \cdot x, & x \in 170;240. \end{cases} \quad (5)$$

График полученной модели представлен на рисунке 2.

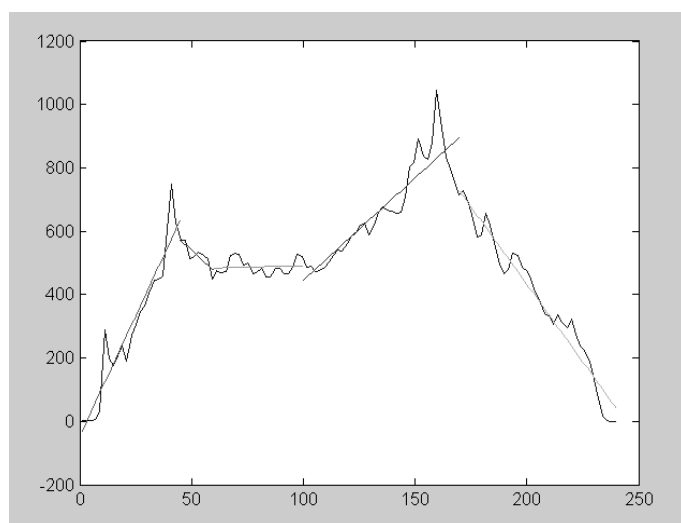


Рис. 2. Аппроксимация
дифференциального пассажиропотока

2. Определение эффективности построенных моделей

Для оценки эффективности модели необходимо определить погрешности аппроксимации опытных данных входного пассажиропотока.

Оценка точности аппроксимации опытных данных аналитическими функциями производится с помощью равномерной $\|\Delta y_i\|_p$ и квадратичной $\|\Delta y_i\|_k$ норм. Для их вычисления по соотношениям:

$$\|\Delta y_i\|_p = \max \Delta y_i ; \quad (6)$$

$$\|\Delta y_i\|_k = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n \Delta y_i^2}, \quad i = \overline{1, n}, n = 20 \quad (7)$$

вычисляется абсолютная Δy_i и относительная погрешности δy_i :

$$\Delta y_i = |y_i - \hat{y}_{x_i}^k|, \quad (k = л, с, п); \quad (8)$$

$$\delta y_i = \frac{\Delta y_i}{y_i}. \quad (9)$$

- Нормы погрешностей для функций сведены в таблицу 1.

ТАБЛИЦА 1. Нормы погрешностей

	линейной	степенной	показательной
Квадратичная $\ \Delta y_i\ _p$	5728.7	15839	25699
Равномерная $\ \Delta y_i\ _k$	10485	40589	74268

- Нормы погрешностей для кусочно-линейной аппроксимации пассажиропотока сведены в таблицу 2.

ТАБЛИЦА 2. Нормы погрешностей

	Дифференциального	Интегрального
--	-------------------	---------------

Квадратичная $\ \Delta y_i\ _p$	36.808	616.86
Равномерная $\ \Delta y_i\ _k$	127.31	2995.7

• Нормы погрешностей интерполяции кубическим сплайном суммарного пассажиропотока:

Квадратичная $\|\Delta y_i\|_p = 3277.6$, равномерная $\|\Delta y_i\|_k = 4597.9$;

• Абсолютные нормы погрешностей приближения суммарного пассажиропотока кубическим сплайном:

Квадратичная $\|\Delta y_i\|_p = 127.18$, равномерная $\|\Delta y_i\|_k = 495.12$;

• Относительные нормы погрешностей приближения суммарного пассажиропотока кубическим сплайном:

Квадратичная $\|\Delta y_i\|_{p,o} = 0.02847$, равномерная $\|\Delta y_i\|_{k,o} = 0.17017$;

• Абсолютные нормы погрешностей приближения дифференциального пассажиропотока кубическим сплайном:

Квадратичная $\|\Delta y_i\|_p = 218.26$, равномерная $\|\Delta y_i\|_k = 808.09$;

• Относительные нормы погрешностей приближения дифференциального пассажиропотока кубическим сплайном:

Квадратичная $\|\Delta y_i\|_{p,o} = 1.7499$, равномерная $\|\Delta y_i\|_{k,o} = 13.848$.

3. Заключение

Из проведенного анализа результатов расчетов и сравнения их с опытными данными следует, что полученные аналитические выражения с достаточной точностью описывают пассажиропоток метрополитена и могут использоваться как модель входного пассажиропотока.

4. Литература

Бахвалов Н.С. Численные методы. – М.: Наука, 1973

УДК 621.316.923

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПЛАВКИХ ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ

Д.Л. Павлов

Аннотация

Надежность системы, использующей плавкие предохранители, зависит от надежности самого предохранителя. Рассмотрены вопросы мониторинга плавких предохранителей. Разработана информационная структура узлов и сети мониторинга.

Ключевые слова: плавкий предохранитель; мониторинг состояния; CAN-сеть

Введение

Плавкие предохранители представляют собой устройство одноразового принципа действия с контролем или без контроля перегорания. Принцип работы плавких предохранителей заключается в разрушении электрической цепи при увеличении силы тока. Данный принцип работы широко используется в различных технических устройствах и представляет собой частный случай включения элемента с запрограммированным ослаблением по надежности, которое ведет к разрушению системы по заранее намеченной траектории. Это дает возможность сохранить ценные узлы системы и уменьшить время и стоимость восстановления. Однако, данное решение имеет и другую составляющую: внесение дополнительного элемента с ненулевой вероятностью отказа неизбежно понизит надежность системы в целом (1).

$$\begin{aligned} P_{\Sigma} &= 1 - (1 - P_{\text{ПИТАНИЕ}}) \cdot (1 - P_{\text{НАГРУЗКА}}) \\ P_{\Sigma}' &= 1 - (1 - P_{\Sigma}) \cdot (1 - P_{\text{ПРЕДОХРАНИТЕЛЬ}}) \\ P_{\text{ПРЕДОХРАНИТЕЛЬ}} > 0 &\Rightarrow P_{\Sigma}' > P_{\Sigma} \end{aligned} \quad (1)$$

где P – вероятность отказа.

Минимизировать влияние плавкой вставки на систему можно следующими путями:

- понизить вероятность отказа до нуля;
- уменьшить время восстановления плавкой вставки.

Решение первой задачи возможно с помощью внесения новых конструктивных решений или применения новых материалов, влияющих на качественные характеристики предохранителя. За счет их улучшения характеристик плавкой вставки удастся увеличить коэффициент готовности системы.

Минимизация времени восстановления системы возможна за счет сокращения процедуры поиска неисправного предохранителя и автоматического переключения защищаемой цепи на резервную при возникновении не критического отказа¹ – обратимого.

¹ В данном случае следует понимать срабатывание предохранителя из-за кратковременной токовой перегрузки или внутреннего дефекта.

Таким образом, для обеспечения необходимой функциональности требуется система мониторинга предохранителей и контроля защищаемых цепей.

1. Разработка системы мониторинга плавких предохранителей

1.1. Система контроля плавкой вставки

В настоящее время предохранители систем СЦБ имеют следующий способ контроля плавкой вставки. Каждый предохранитель оснащен подпружиненным элементом, срабатывающим при перегорании плавкой вставки и замыкающим контрольную цепь, которая в свою очередь объединяет все предохранители каждой конкретной системы (рис.1).

В результате, данная система контроля обнаруживает срабатывание предохранителя, но не позволяет судить о количестве перегоревших предохранителей, о месте их установки и о причине сбоя. Кроме того, существует отличная от нуля вероятность ложного срабатывания системы контроля из-за механического натяжения, а также обратная ситуация, когда плавкая вставка сгорает не полностью и не позволяет подпружиненному элементу замкнуть цепь контроля.

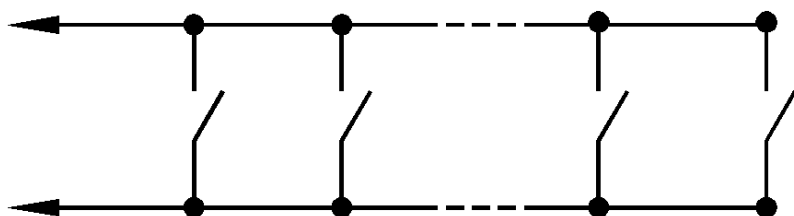


Рис.1. Действующая цепь контроля плавкой вставки

При совершенствовании существующей системы необходимо обеспечить функцию выделения перегоревшего предохранителя из их общего числа, используя в качестве информационной среды действующие контрольные цепи. Необходимо организовать сеть передачи данных с шинной топологией, наложенной на действующие средства контроля.

1.2. Анализ систем передачи данных с использованием общей шины связи

На сегодняшний день разработано множество систем передачи, использующих общий канал связи. Это и Ethernet и ряд специализированных промышленных интерфейсов. Все они обладают определенными достоинствами и недостатками. Наиболее эффективным для решения задачи мониторинга плавких предохранителей является применение интерфейса CAN.

Сетевой интерфейс CAN (Controller Area Network) первоначально был разработан в 1987 году фирмой Bosch и Intel для создания бортовых мультипроцессорных систем реального времени. Однако повышенные

требования к надежности при создании интерфейса позволили значительно расширить область применения. В настоящее время ведущие мировые производители полупроводниковых систем активно поддерживают CAN системы, производя широкую номенклатуру CAN-контроллеров. Это явилось причиной того, что при стандартизации CAN международной организацией по стандартизации был закреплен интерфейс под номером ISO 11898.

Активному распространению CAN интерфейса способствуют следующие его особенности:

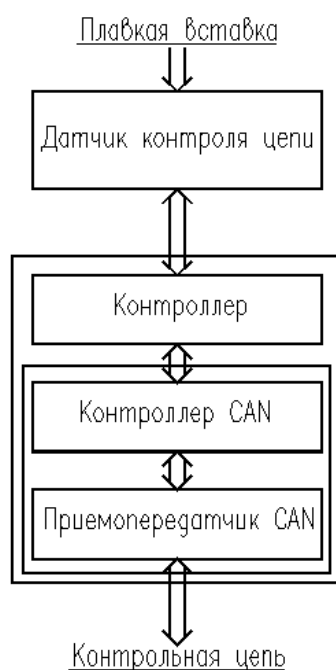
1. Интерфейс использует двухпроводную линию и дифференциальную передачу, позволяющую подавить синфазные помехи, вызванные влиянием внешней среды; кроме того, интерфейс успешно работает при обрыве одного из проводников или при возникновении замыкания сигнального провода на землю.
2. В протокол встроена многоуровневая защита от ошибок, в том числе
 - проверка собственных битовых ошибок, заключающаяся в том, что передатчик контролирует свой собственный сигнал;
 - проверка битстаффинга, производимая приемником, исключает сообщение в случае обнаруженного искажения линейного сигнала;
 - проверка контрольной суммы всего сообщения всеми приемниками;
 - проверка формата сообщения, которая производится так же всеми узлами сети на предмет соответствия фиксированному формату и размеру;
 - проверка от ошибок подтверждения, производимая передатчиком, на предмет правильного получения переданного сообщения всеми узлами сети. Любой узел сети при приеме сообщения выполняет комплекс проверок и в случае обнаружения ошибки, передатчик повторит передачу.
3. Протокол CAN использует метод доступа к шине CSMA/CA (Carries Sense Multiple Access/ Collision Arbitration) – множественный доступ с контролем несущей и арбитражем столкновения. Данная методика использует схожий с Ethernet принцип контроля среды передачи и пересылки сообщения при освобождении. Однако в случае возникновения коллизии/столкновения CAN разрешает конфликтную ситуацию в соответствии с приоритетом узла.
4. Данный тип протокола реализован на аппаратном уровне во множестве микроконтроллеров, при этом его значительная простота позволяет создавать малогабаритные устройства, что соотносится с решением поставленной задачи наилучшим образом.

1.3. Реализация системы мониторинга предохранителей на базе существующей информационной среды

Реализация системы мониторинга предохранителей на базе сети CAN возможна следующим образом. Предохранитель оснащается микроконтроллером и датчиком обрыва цепи (рис.2.)

Соответственно сеть мониторинга организуется путем замены контактной группы контрольного механизма на микроконтроллер CAN следующим образом – рис. 3.

Предполагается следующий принцип работы системы: датчик контроля цепи собирает информацию о состоянии плавкой вставки, наличии короткого замыкания по нагрузке и передает ее контроллеру узла. Затем данные преобразуются к необходимому формату сообщения и передаются в сеть. Сервер сети – это ведущее устройство, осуществляющее сбор и обработку всех событий, происходящих в защищаемых цепях. Для этой цели предусмотрено табло сигнализации, а при расширении сети в функциональном плане возможен переход на полноценный сервер управления. Для обеспечения информацией всех заинтересованных потребителей допускается установка моста, обеспечивающего трансляцию аварийных сигналов в другие сети передачи данных.



2. Заключение

1. Мониторинг плавких предохранителей позволяет оптимизировать работу систем СЦБ.
2. В качестве информационной среды обеспечивающей взаимосвязь датчиков и средств индикации по средствам действующей инфраструктуры, возможно применение сети CAN.
3. Разработанная система мониторинга плавких предохранителей на базе сети CAN позволяет расширить функциональность за счет установки сервера управления, а так же обеспечить передачу сообщений всем заинтересованным потребителям.

Рис. 2. Структурная схема узла сети мониторинга

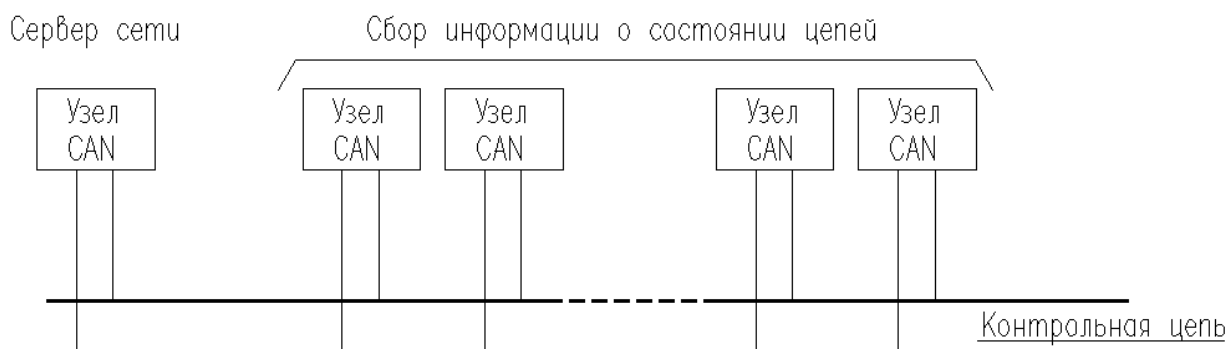


Рис. 3. Структурная схема сети мониторинга предохранителей

3. Литература

Костроминов А.М. Защита устройств железнодорожной автоматики и телемеханики от помех. М.: Транспорт, 1997. – 192 с.

Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. СПб: Издательство «Питер», 1999. – 672 с.

УДК 681.3.06

ПОРЯДОК ПЕРЕДАЧИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ И ОРГАНИЗАЦИЯ СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.

К.А. Бутузов

Аннотация

В данной статье рассматриваются организационное и методическое обеспечение процесса передачи программных средств. Разработаны порядок передачи программных средств и организация сопровождения программного обеспечения.

Ключевые слова: программные средства (ПС); программное обеспечение (ПО)

Введение

Программные средства микропроцессорных устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) содержат в себе по крайней мере два программных документа, являющихся объектами охраны авторских прав: программы для ЭВМ и баз данных. При передаче этих

документов от разработчиков и (или) заказчиков пользователю, а также организации их сопровождения разработчиком и (или) заказчиком, а также пользователем нельзя допустить нарушения авторских прав. Это, и то, что микропроцессорные системы ЖАТ отвечают за безопасность движения поездов, требует соблюдать определенный порядок передачи программных средств и правильно организовать сопровождение программного обеспечения.

1. Порядок передачи программных средств

Так как программы и базы данных микропроцессорных устройств ЖАТ, в основном, непосредственно связаны с обеспечением безопасности движения поездов, то их сопровождение должно включать в себя мероприятия, проводимые разработчиком и (или) заказчиком, а также пользователем программных средств и целью защиты этих средств от несанкционированного доступа и вирусного заражения.

Передача программных средств должна осуществляться на основе договора, заключаемого пользователем - получателем этих средств и их поставщиком. В качестве последнего могут выступать автор программных средств, их правообладатель, например, заказчик, оплативший разработку программных средств, сам разработчик этих средств, или любое иное юридическое лицо, имеющее соответствующее разрешение на распространение программных средств от их законного правообладателя.

В договоре должны быть оговорены все условия эксплуатации программных средств пользователем, разрешение или запрещение выполнения отдельных операций с этими средствами.

Правообладатель может хранить сам, или поручить хранение оригиналов и подлинников программных документов другой организации, имеющей технические средства хранения, копирования и восстановления документации и соответствующих специалистов.

Передаваемые по договору программные средства должны быть, как правило, зарегистрированы в установленном порядке в «Российском агентстве по правовой охране программ для ЭВМ, баз данных и технологий интегральных микросхем»

Договор о передаче (уступке, купле, продаже) зарегистрированных в указанном агентстве программ ЭВМ и баз данных подлежит **обязательной** регистрации в установленном порядке в том же агентстве.

Обе официальные регистрации позволяют существенно уменьшить вероятность появления пиратских копий охраняемых законами РФ объектов интеллектуальной собственности, получать их правообладателям законную прибыль, а также дают основания отстаивать свои интересы в суде.

Передаваться пользователю должны дубликаты и копии программных документов. Оригиналы и подлинники этих документов должны

оставаться либо у самого правообладателя, либо у уполномоченного на их хранение и распространение программной документации юридического лица.

2. Организация сопровождения программного обеспечения

Основные виды работ по сопровождению программного обеспечения в процессе его эксплуатации, установленные в нормативных документах, в том числе вытекающие из особенностей микропроцессорных устройств ЖАТ, приведены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Основные виды работ по сопровождению ПО

Виды работ	Нормативные документы и другие источники
Проверка, отладка, испытание, настройка программных изделий	ГОСТ 19.004-80
Периодический контроль основных характеристик программ и баз данных при эксплуатации и хранении, в том числе: надежности и функциональности; уровня пригодности; удобства использования; эффективности; сопровождаемости, установленных в программной документации.	ГОСТ 19.501-78 ГОСТ 28806-90
Обработка ошибок	ГОСТ 19.508-79
Генерация, адаптация, фондирование программных средств	ГОСТ 26553-85
Адаптация, модификация, декомпилирование, воспроизведение, распространение программ и баз данных	Закон РФ «О правовой охране программ для ЭВМ и баз данных»
Защита информации от несанкционированного доступа, в том числе: - приемка включаемых в автоматизированную систему новых программных средств; - контроль за ходом технологического процесса обработки защищенной (конфиденциальной) информации; - генерация паролей, ключей; - ведение журналов доступа.	ГОСТ Р 50739-93 Классификация автоматизированных систем и требования по защите информации: РД. М: Военное из-во, 1992.
Защита от вирусной инфекции, в том числе: - сканирование данных с жесткого диска;	Судов Е. О политике

Виды работ	Нормативные документы и другие источники
- установка и конфигурация средств антивирусной защиты (АВЗ); - обновление антивирусных сигнатур; - обновление средств АВЗ; - контроль за состоянием средств АВЗ.	антивирусной защите//Мой компьютерный журнал, 1997, №2, с.11-13.
Внесение изменений в программные документы	ГОСТ 2.503-90 ГОСТ 28388-89
Дублирование, учет и хранение оригиналов, подлинников, дубликатов и копий программных документов	ГОСТ 19.501-78 ГОСТ 19.602-78 ГОСТ 2.501-88
Ведение извещений об изменениях, выпуск бюллетеней об изменениях в программной документации, ведение учета использования	ГОСТ 19.603-78 ГОСТ 19.604-78 ГОСТ 19.503-90 ГОСТ 19.103-77

Состав работ по сопровождению программного обеспечения и периодичность их проведения должны определяться соответствующей программной документацией.

Вид и метод организации работ по сопровождению программных средств в зависимости от требований программных документов и конкретных условий эксплуатации микропроцессорных устройств ЖАТ должен выбираться в соответствии с таблицей 2.

ТАБЛИЦА 2. Вид и метод организации работ по сопровождению ПС

Вид сопровождения	Метод сопровождения	Исполнители	Нормативный документ
Регламентированное Периодическое С периодическим контролем	Фирменный	Предприятие-изготовитель	ГОСТ 28420-90
	Автономный	Пользователь	
	Специализированный	Сервисный центр	
С непрерывным контролем	Комбинированный	Пользователь совместно с изготовителем или сервисным центром	

Целесообразно процесс сопровождения программного обеспечения

строить аналогично процессу технического обслуживания и ремонта аппаратных средств микропроцессорных устройств ЖАТ, в которых применяются это обеспечение.

3. Заключение

В настоящее время в связи с ростом числа микропроцессорных систем ЖАТ возникает необходимость четко регламентировать порядок передачи программных средств и организовать их дальнейшее сопровождение. Предлагаемый порядок передачи программных средств и организация сопровождения программного обеспечения позволяет это выполнить наиболее оптимально.

4. Литература

Закон РФ «О правовой охране программ для ЭВМ и баз данных»

ГОСТ Р 50739-93 Классификация автоматизированных систем и требования по защите информации: РД. М: Военное из-во, 1992

ГОСТ 2.503-90, ГОСТ 28388-89, ГОСТ 19.501-78, ГОСТ 19.602-78

ГОСТ 2.501-88, ГОСТ 19.603-78, ГОСТ 19.604-78, ГОСТ 19.503-90

ГОСТ 19.103-77, ГОСТ 19.004-80, ГОСТ 19.501-78, ГОСТ 28806-90

ГОСТ 19.508-79, ГОСТ 26553-85, ГОСТ 28420-90

Судов Е. О политике антивирусной защите//Мой компьютерный журнал, №2, 1997. с.11-13

УДК 681.3.06

УПРАВЛЕНИЕ ДИВЕРСИТЕТОМ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

В.А. Лазарев

Аннотация

Диверситет программного обеспечения применяется для построения безопасных программно-управляемых систем железнодорожной автоматики и телемеханики. Рассмотрена сущность диверситета и проблемы существующего в настоящее время подхода к его обеспечению. Предложен способ количественной оценки диверситета.

Ключевые слова: безопасное программное обеспечение; диверситет программного обеспечения; матрица работы программы; коэффициент диверситета

Введение

Построение микропроцессорных систем железнодорожной автоматики и телемеханики (СЖАТ) ставит новый класс задач – обеспечение безопасного функционирования программного обеспечения (ПО) системы.

Одним из методов решения такого рода задач является применение диверсного ПО: в этом случае ПО системы состоит из двух (диверсное) или, в общем случае, N (N-версное) версий программы, работающих поочередно на одном комплекте аппаратуры (одноканальная структура) или параллельно на нескольких комплектах (многоканальная структура).

Применение этого метода ставит целью защититься:

- от ошибок программистов;
- от ошибок средств проектирования и автоматизации программирования;
- от аппаратных сбоев, отказов и помех.

Данный метод основан на различной реакции разных версий ПО на перечисленные выше факторы. При этом на первый план выступает проблема построения сильно отличающихся друг от друга версий одной программы.

1. Диверситет

1.1. Существующая концепция построения диверсных программ

В настоящее время разработчики такого рода ПО используют ряд организационно-технических мер для повышения уровня различия (диверситета) версий ПО:

- созданием разных версий ПО занимаются разные, изолированные друг от друга группы программистов. Для большего эффекта в разные команды набираются программисты, относящиеся к разным культурам, говорящие на разных языках и поэтому, предположительно, имеющие разный тип мышления;
- использование различных средств проектирования и автоматизации программирования, а в случае многоканальной архитектуры – разных аппаратных платформ и системного ПО (Riukon Bjorn Myrland, 1998).

Такой подход имеет существенный недостаток: он не предусматривает не только количественного, но и качественного анализа диверситета ПО и, соответственно, целенаправленного синтеза диверсного ПО с заданным уровнем диверситета. Это не позволяет говорить об управлении диверситетом программного обеспечения.

Для дальнейшего изучения проблемы необходимо всесторонне рассмотреть сущность и свойства диверситета.

1.2. Сущность и свойства диверситета

Сущностью диверситета является различие двух программ в части использования ими ресурсов. Следует отметить, что речь идет не об аппаратных ресурсах, а о ресурсах, которыми оперирует программа на каждой стадии своего кодирования: для программы закодированной в машинных кодах – это действительно будут аппаратные ресурсы, а, например, для программы, на языке высокого уровня ресурсами являются операторы, переменные, библиотечные функции и прочие модули. Здесь следует отметить следующее свойство диверситета – он будет изменяться при переходе от одного уровня кодирования к другому – просто потому, что программа на разных уровнях оперирует разными ресурсами.

Для рассмотрения вопроса о количественном определении степени различия программ необходимо отметить еще одно свойство диверситета – объективность. Т.е. степень отличия двух программ не зависит непосредственно от сознания человека, а объективно присуща только паре версий ПО. Объективность позволяет говорить о количественной оценке степени отличия ПО. И третье существенное для нас свойство диверситета – зависимость от входных и внутренних данных. Это следует из того, что последовательность действий ПО, а значит и использование ресурсов зависит от набора и последовательности входных и внутренних данных.

2. Измерение степени диверситета

2.1. Матрица работы программы

Наглядно работу программы можно представить в виде матрицы, каждой строке которой соответствует доступный программе ресурс, а столбцы – «такты» работы программы. В тех ячейках ресурс (строка) которых занимался программой в данный такт (столбец) – пишется 1. Остальные ячейки – 0. Построение такой матрицы для прикладной программы даже небольшого размера даже при небольшом количестве данных (третье свойство диверситета) – непростая задача, требующая большого количества времени и/или развитых средств моделирования. Однако такая задача в принципе решается ввиду ее конечности.

Для случая с несколькими программами в матрице должны присутствовать строки (ресурсы) всех программ. Разумеется, что для программы, не использующей какой-либо ресурс, соответствующая строка заполнена нулями.

Кроме того, матрица с меньшим числом столбцов (выполнившаяся за меньшее количество тактов) дополняется недостающим их количеством с нулевыми ячейками. Таким образом, матрицы работы программы (МРП) обеих версий ПО будут иметь одну размерность без искажения их сути.

После этого производится сложение матриц, результатом которого будет результирующая МРП у которой в тех ячейках, где программы одновременно использовали один ресурс, будет находиться число 2 – кратность совпадения (КС). Если описанную процедуру применить к N-

версиям ПО, то в ячейках могут находиться числа от 0 до N, где индикаторами совпадения будут числа большие 1, а КС может достигать N.

Данный подход построения результирующей МРП можно усложнить складывая не исходные МРП, а сдвинутые друг относительно друга на некоторое количество столбцов – этим можно обнаружить сильно коррелированные программы, все отличие которых состоит в операциях в начале программ.

Имея результирующую МРП можно ввести коэффициент подобия версий:

$$КП_2 = \frac{\sum_{i,j} [МРП_{i,j} > 1]}{\sum_{i,j} [МРП_{i,j} > 0]}, \quad (1)$$

где операция $[x] = 1$, если x – истинно и 0, если x – ложно.

Иными словами, коэффициент подобия – отношение количества ресурсов одновременно занятых несколькими программами к общему количеству ресурсов которые программы занимают в течение работы. Т.е. две абсолютно одинаковые программы покажут коэффициент подобия 1. Абсолютно разные программы (с точки зрения использования ресурсов) – 0.

Следует отметить, что «одновременно занятый» не стоит понимать буквально: ни в случае работы программ на одном комплекте аппаратуры (ресурсов), ни тем более в случае двухканальной структуры, программы никогда не занимают один и тот же ресурс одновременно. Речь идет об использовании одних и тех же ресурсов в одних и тех же тактах работы программ – при работе с МРП следует оперировать понятиями «такты» и одновременность в таком случае будет означать «одинаковый такт».

Подобным образом можно исследовать не только пары версий ПО, но и тройки и четверки, введя, по аналогии, варианты коэффициента для 3, 4, ... N версий:

$$КП_N = \frac{\sum_{i,j} [МРП_{i,j} > N - 1]}{\sum_{i,j} [МРП_{i,j} > 0]}. \quad (2)$$

В случае отслеживания особых случаев коррелированности ПО, можно вычислить несколько коэффициентов подобия (для МРП сдвинутых на разное количество столбцов) и выбрать больший из них – «наихудший» вариант.

2.2. Коэффициент диверситета

Коэффициент подобия возрастает с увеличением схожести версий и возможно удобнее работать с величиной пропорциональной сущности

рассматриваемого явления, которая бы росла с увеличением различия версий. Такой величиной является коэффициент диверситета

$$KД_N = 1 - KП_N . \quad (3)$$

Введенная количественная оценка диверситета требует проверки. Крайние значения (0 и 1) получаются автоматически из, соответственно, абсолютно одинаковых и абсолютно разных (не совпадающих ни в одной ячейке) МРП. Однако, интерес, главным образом, вызывает поведение коэффициента на интервале (0,1). Проблема проверки КД заключается в том, что абсолютные значения коэффициента не с чем сравнивать, т.к. во-первых, его количественное значение имеет смысл только в своей интерпретации – это относительное количество отличий МРП, а во-вторых, автору неизвестны другие методики определения количественной оценки диверситета ПО.

Предполагается опробовать два способа проверки КД:

- по относительным изменениям КД при изменениях ПО;
- по изменению устойчивости ПО к отказам и помехам.

Последний способ больше отвечает сути диверситета и, при прочих равных условиях, является предпочтительным, в то время как первый может применяться для дополнительной проверки.

Проверка КД станет следующим этапом исследований.

3. Заключение

Наличие средств измерения величины дает возможность видеть, анализировать и управлять воздействиями, направленными на ее изменение. Т.е. введенный коэффициент диверситета (с возможными поправками и дополнениями – по результатам экспериментов) позволяет перейти к следующему этапу теоретических исследований: разработки методов достижения требуемого уровня диверситета.

Так, можно развить идею обработки МРП для целенаправленного достижения требуемого уровня диверситета путем введения в матрицу (а соответственно и программу) строк и столбцов, не нарушающих алгоритм работы ПО, но увеличивающих взаимное различие версий.

В комплексе, средства измерения диверситета и методы целенаправленного воздействия на него формируют систему управления диверситетом программного обеспечения.

4. Литература

Riikon Bjorn Myrland

Software safety in object controllers

ABB Daimler-Benz Transportation Signal AB, 1998

УДК 681.3

РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЕ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ МИНИМАЛЬНЫМИ СПЛАЙНАМИ И ВЕЙВЛЕТАМИ

С.Б. Голубых

Аннотация

Сигналы могут обрабатываться с использованием как сплайнов, так и вейвлетов, а также при их совместном использовании. Задачи по обработке сигналов как правило требуют значительных вычислительных ресурсов, поэтому оптимизация таких алгоритмов под параллельные вычисления позволит более эффективно использовать мощности параллельных вычислительных систем. Рассмотрены как новые варианты обработки сигналов с применением сплайнов и вейвлетов, так и методы распараллеливания такой обработки.

Ключевые слова: обработка сигналов; сплайн; вейвлет (всплеск); распараллеливание вычислений

Введение

Обработка сигналов используется при передаче, хранении, сжатии и восстановлении больших объемов информации. Подобные объемы возникают при массовых телеграфных и телефонных связях, при передаче телеметрической и телеграфной информации и в ряде других случаях. Основными требованиями к подобной обработке является достоверность передаваемой информации, устойчивость к помехам, простота и скорость обработки. Это требует использования адекватного математического аппарата, а именно сплайнов и вейвлетов (всплесков). Основная задача такой обработки — сокращение объема числового потока за счет выявления и отбрасывания несущественных (с той или иной точки зрения) частей.

1. Обработка сигналов

1.1. Основные положения

Обработка числового потока может производиться в двух направлениях: в направлении сохранения аппроксимации и в направлении сохранения основных спектральных характеристик. Классическим аппаратом обработки в первом направлении являются сплайны, а аппаратом обработки во втором направлении служат вейвлеты.

Преимуществом первых является аппроксимация и устойчивость, а преимуществом вторых — в простоте и скорости обработки.

Сплайны и всплески тесно связаны между собой: каждая цепочка вложенных пространств минимальных сплайнов порождает всплесковое разложение. Поскольку мощность множества упомянутых цепочек — континуум, то такова же мощность множества предлагаемых всплесковых разложений. Все они находят простую реализацию в виде явно выписываемых формул декомпозиции и реконструкции. Кроме того, эти всплесковые разложения наследуют хорошо исследованные асимптотически оптимальные аппроксимационные свойства сплайнов.

1.2. Применение сплайнов для аппроксимации данных

Вложенность аппроксимирующих пространств полезна для организации экономичных способов обработки информации и при построении приближенных методов решения задач математической физики. В случае равномерной сетки удобно рассматривать линейные пространства, базис которых получен из одной образующей функции с компактным носителем сдвигом ее аргумента на целое число шагов. В частности, если образующая функция удовлетворяет масштабирующему уравнению, то ее можно зафиксировать для всей последовательности вложенных пространств. В классе S^m элементарных минимальных сплайнов степени m единственным решением этого уравнения является В-сплайн, и потому фиксация образующей функции для всей последовательности вложенных пространств минимальных сплайнов приводит лишь к последовательности вложенных пространств В-сплайнов.

Совокупность пространств минимальных сплайнов степени m , рассматриваемых на последовательности двукратно измельчающихся равномерных сеток, распадается на цепочки пространств, в которых каждое следующее пространство содержит предыдущее. Эти цепочки не пересекаются, пространства из одной цепочки обладают одинаковой гладкостью, а их образующие сплайны в направлении укрупнения сетки равномерно стремятся к В-сплайну.

Здесь в случае последовательности двукратных измельчений сетки образующая функция фиксируется для каждого пространства в отдельности. Это приводит к тому, что множество S^m распадается на непересекающиеся (бесконечные в обе стороны) последовательности вложенных пространств с аппроксимацией $(m+1)$ -го порядка на функциях класса C^{m+1} . Предлагаемые последовательности пространств и базисные системы применимы для построения вариационно-разностных методов. Вводимое здесь калибровочное соотношение обеспечивает быстрый переход от разложения по базису любого пространства этой последовательности к разложению по базису предыдущего пространства и восстановление всей последовательности по любому наперед заданному

пространству минимальных сплайнов. В случае В-сплайнов это соотношение превращается в масштабирующее уравнение.

Аппроксимация и интерполяция, широко используются при построении конечно-элементного и сеточного методов приближенного решения задач математической физики, при сжатии и восстановлении потоков числовой информации, при их фильтрации и статистической обработке. Значительное место среди средств приближения и интерполяции занимают пространства сплайнов. Стремление к разработке экономичных методов приводит к использованию функций с малым носителем с теми или иными минимальными свойствами. Наиболее часто применяются пространства с базисом из функций, носители которых имеют минимальную кратность перекрытия (обычно именуемую кратностью накрытия). К ним относятся В-сплайны, сравнительно недавно разработанные интерполяционные минимальные сплайны, а также ряд конечно-элементных аппроксимаций. Подобные аппроксимации называются минимальными. Они позволяют значительно снизить трудоемкость вычислений.

Существует большое количество разнообразных пространств сплайнов с различными полезными свойствами: гладкостью, качественной аппроксимацией, численной устойчивостью, неотрицательностью базисных функций, минимальной кратностью накрытия носителями функций базиса при заданном порядке аппроксимации. Некоторые пространства сплайнов обладают интерполяционным локальным базисом, определенными фильтрационными свойствами и т. п. Выбор пространства сплайнов обычно определяется типом данных и целями, которые ставятся при их обработке. Это в равной степени относится как к приближенному решению задач математической физики (неотрицательность или известный тип особенностей точного решения, особенности в коэффициентах, угловые точки или точки пика области и т.д.), так и к обработке числовой информации, поступающей от измерительной аппаратуры (со спутников и т.п.). Особое значение приобретает вопрос о возможности обработки данных именно с помощью данного аппарата сплайнов с сохранением нужной точности и без выхода за пределы разрядной сетки. Для его решения необходимы эффективные оценки констант в неравенствах аппроксимации и констант эквивалентности соответствующих сеточной и Соболевской (или равномерной) норм для рассматриваемых сплайнов.

Свойство минимальности рассматриваемых аппроксимаций позволяет экономить ресурсы вычислительного устройства. Например, при решении краевых задач упомянутое свойство приводит к минимизации ширины ленты у матрицы соответствующей конечномерной задачи, а в итоге уменьшается число арифметических операций при отыскании решения.

Множество минимальных сплайнов с заданным порядком аппроксимации m довольно многообразно и определяется m параметрами.

Одним из способов задания этих параметров служит задание характеристического многочлена, который полностью определяет минимальный образующий сплайн и получается из характеристического многочлена с помощью некоторого разностного оператора, не зависящего от упомянутых параметров. Выделение сплайнов определенной гладкости приводит к классам пространств минимальных сплайнов, находящимся во взаимно однозначном соответствии с определенными плоскостями m -мерной гиперплоскости рассматриваемых параметров. Подобное систематическое исследование минимальных сплайнов позволяет решить вопрос об удобных оценках констант аппроксимации и устойчивости во всем множестве пространств минимальных сплайнов, стремиться к получению эффективных оценок с явной зависимостью от параметров и к выделению наиболее приемлемых областей изменения параметров. Результаты проведенных исследований можно использовать для программной реализации алгоритма выбора нужных пространств сплайнов (для используемого диапазона представления чисел на ЭВМ) или для автоматизированного переключения вычислений на подходящий процессор.

1.3. Совместное использование сплайнов и вейвлетов

До сих пор при обработке сигналов методы аппроксимации сплайнами и вейвлетного разложения использовались порознь, и идея работы состояла в том, чтобы при обработке сигналов использовались оба этих подхода одновременно с тем, чтобы использовать преимущества обоих. Использование сплайнов характеризуется качественным приближением к структуре оригинальных сигналов, однако это справедливо при сохранении постоянным шага сетки при обработке сигнала сплайнами. В случае, если в процессе обработки будет выявлена необходимость уменьшить шаг сетки, сплайновую аппроксимацию приходится начинать с начальной точки, а уже выполненные вычисления остаются не востребованными и получаются просто не нужными. Такой недостаток отсутствует у вейвлетного разложения. В случае совмещения применения обоих этих методов появляется возможность использования результатов проведенных вычислений со сплайнами на крупной сетке в том числе и на более мелкой, применяя к ним некоторое вейвлетное преобразование.

2. Возможности распараллеливания процессов обработки сигналов

Характерной чертой рассматриваемого подхода является возможность распараллеливания вычислений получаемых алгоритмов обработки сигналов. Предложены параллельные алгоритмы обработки сигналов, позволяющие эффективно производить вычисления на параллельных системах. В основу предложенных алгоритмов был положен один из

мировых стандартов для написания приложений под параллельные вычисления как наиболее широко используемый — MPI, что обеспечивающий переносимость и масштабируемость предлагаемых алгоритмов.

3. Заключение

Апробация предложенных методов на реальных параллельных системах показала как справедливость одновременного использования аппроксимации сплайнами наравне с вейвлетным разложением, так и довольно высокие экономические вычислительные показатели при их применении на параллельных системах.

4. Литература

- Бурова И.Г., Демьянович Ю.К. Теория минимальных сплайнов. СПб: Издательство С.-Петербургского Университета, 2000
Чуи К. Введение в вейвлеты. М.: Мир, 2001
Добеши И. Десять лекций по вейвлетам. Ижевск, 2001
Воеводин В.В. Информационная структура алгоритмов. М.: Изд-во МГУ, 1997
Воеводин В.В., Воеводин Вл. В. Параллельные вычисления. СПб: БХВ-Петербург, 2002

УДК 681.3

ЗАЩИЩЕННЫЙ ПРОТОКОЛ ДОСТАВКИ ПОЧТОВЫХ СООБЩЕНИЙ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЦЕНТРОВ СЕРТИФИКАЦИИ

Д.А. Азбукин

Аннотация

Электронные массовые рассылки являются потенциальной угрозой для пользователей сети Интернет. Рассмотрен защищенный протокол доставки электронных писем, который исключает само существование массовых рассылок. В основе протокола лежит электронная цифровая подпись, которая добавляется к служебному заголовку письма на этапе отправления письма и вычисляется антисамфильтром при его получении.

Ключевые слова: электронная почта; защита от спама; центр сертификации; электронная цифровая подпись

Введение

Электронная почта — один из наиболее широко используемых видов сервиса, как в корпоративных сетях, так и в Интернет. Она является не просто способом доставки сообщений, но и важнейшим средством коммуникации, распределения информации и управления различными процессами в бизнесе. Роль электронной почты становится очевидной, если рассмотреть функции, которые выполняет почта:

- обеспечивает внутренний и внешний информационный обмен;
- является компонентом системы документооборота;
- формирует транспортный протокол корпоративных приложений;
- является средством образования инфраструктуры электронной коммерции.

Благодаря выполнению этих функций электронная почта решает одну из важнейших на настоящий момент задач — *формирует единое информационное пространство*. В первую очередь это касается создания общей коммуникационной инфраструктуры, которая упрощает обмен информацией между отдельными людьми, подразделениями одной компании и различными организациями.

Использование электронной почты для обмена информацией между людьми как внутри отдельно взятой организации, так и за ее пределами способно коренным образом изменить технологии и методы ведения дел. Переход к обмену документами в электронном виде открывает новые возможности для повышения эффективности труда и экономии средств и времени.

По мнению аналитиков в ближайшие три года (2004-2007г.г.) количество почтовых ящиков в Интернет достигнет 1,7 млрд., а в 2001 году их насчитывалось всего 550 млн. Таким образом, рост составит 210%. Вместе с ростом количества пользователей будут расти и объёмы пересылаемой почты. По некоторым оценкам количество электронных писем, проходящих по сети в течение одного дня, в 2005 году достигнет 36 млрд.

1. Роль электронной почты

Электронная почта обладает рядом преимуществ по сравнению с обычными способами передачи сообщений (традиционная, фельдгегерская почта, факсимильная связь):

- Оперативность и простота использования. Электронная почта — это глобальная система, позволяющая передавать письма в любую точку мира за считанные минуты, независимо от времени суток. Отправка и прием сообщений электронной почты не требуют глубоких знаний компьютерных технологий, благодаря чему этот сервис широко применяется не только в бизнесе, но и для личного общения. Кроме того, современные условия требуют оперативного реагирования на процессы,

происходящие в бизнесе. Электронная почта позволяет собирать информацию, принимать решения и доводить их до различных подразделений компании и партнеров по бизнесу.

- Доступность практически в любом месте. Главное преимущество электронной почты – ее доступность. Принять и отправить электронную почту можно с любого уголка земного шара при наличии выхода в сеть.

- Универсальность форматов писем и вложений. Удобство использования электронной почты состоит в том, что она способна передавать большие объемы информации различных форматов данных. В одном письме могут быть одновременно переданы графическая, видео, текстовая информация с различной кодировкой, файлы баз данных, приложений и т.п.

- Дешевизна сервиса. Отправить электронное письмо стоит значительно дешевле, чем обычное или сделать междугородный или тем более международный телефонный звонок. Электронная почта позволяет рассылать письма сразу нескольким адресатам без дополнительных затрат.

- Надежность и скорость инфраструктуры доставки. Так как электронная почта пересылается непосредственно с сервера отправителя на сервер получателя по каналам Интернет/Интранет, этот процесс протекает быстро, даже если эти серверы расположены на противоположных сторонах земного шара. Фактически на передачу текстового сообщения, например, из России в Америку требуется не более 1-2 минут.

- Использование для обработки электронной почты прикладного специального программного обеспечения. Электронный структурированный характер письма позволяет проводить его обработку при помощи дополнительного программного обеспечения. При этом виды обработки электронной почты зависят от характера деятельности организации. Это может быть: создание базы данных электронной почты, формирование различных отчетов, проведение анализа деятельности компании и т.п. Все это делает возможным создать единую систему управления документооборотом, полностью интегрированную с остальными информационными процессами в компании.

Электронная почта, как было сказано выше, обладает многочисленными достоинствами, но именно из-за этих достоинств возникают основные риски, связанные с ее использованием. К примеру, доступность и дешевизна использования электронной почты превращается в недостаток, когда пользователи начинают ее применять для рассылки спама.

2. Проблема спама

Под спамом в данной статье подразумевается несогласованная массовая рассылка электронных почтовых сообщений одному или

множеству получателей, от которой невозможно отказаться. Стоит отметить, что на сегодняшний день спаммерские технологии используется также при передаче моментальных коротких сообщений через сервисы AOL, ICQ, NetMeeting, Instant Messenger, отправлении sms-сообщений на мобильные телефоны, при рекламной рассылке факсов через коммутируемые каналы связи и во многих других случаях.

Спамерские рассылки не знают национальных границ и не зависят от географического местонахождения отправителей, что значительно усложняет преследование злоумышленников в рамках законодательства каждой отдельной страны.

Дополнительные сложности в выявлении спамеров возникают также из-за того, что многие пользователи Сети даже не догадываются, что служат орудием в руках злоумышленников, взломавших их компьютеры и рассылающих через них по всему миру потоки нежелательных рассылок.

Доля спама к середине 2004 г. составляет около 60% всего трафика электронной почты – такие данные приведены в опубликованном недавно

докладе агентства Gartner. На конец 2003 года этот показатель составлял 50%.

Массовые рассылки напрямую угрожают информационной безопасности организаций и частных пользователей и могут поставить под угрозу функционирование всей электронной почтовой системы Интернета и корпоративных сетей.

3. Внедрение ЭЦП

Существенную роль в борьбе с массовыми рассылками может сыграть электронная цифровая подпись (ЭЦП).

Идея состоит в том, что в служебный заголовок письма добавляется электронная цифровая подпись (ЭЦП) центра сертификации (ЦС) и далее, в составе письма, она пересылается на почтовый сервер получателя. Если последний поддерживает данную технологию, он проверяет с помощью открытого ключа ЦС его ЭЦП. Если ЭЦП ликвидна, сервер копирует письмо в почтовый ящик получателя. В случае если ЭЦП была в процессе доставки изменена, или она была подписана ЦС, не включенном в список доверительных (и не удостоверяется корневыми центрами), письмо, в зависимости от заложенной логики, либо немедленно удаляется, либо копируется в папку пользователя и помечается как сомнительное, либо отправителю сообщения посылается уведомление о том, что ЭЦП не действительна и не может быть доставлена. Администратором почтового сервера могут быть разработаны и дополнительные правила работы с корреспонденцией, не имеющей ликвидную ЭЦП.

Для каждого IP-адреса или пользователя, обслуживаемого ЦС, устанавливается максимально возможное значение выдаваемых

сертификатов за определенный период времени. При превышении заданного лимита ЦС отклоняет запрос на выдачу ЭЦП.

Администратору необходимо настроить логику работы почтового сервера при превышении лимита ЦС. Если лимит исчерпан, письмо либо отправляется без ЭЦП, либо его пересылка прекращается или откладывается до получения ЭЦП. Во всех случаях администратор получает сообщение о превышении заданного лимита на отправление электронных писем, что позволяет оперативно выявить причину случившегося.

Построенные модели показали, что использование ЭЦП при передаче письма увеличивает на 25% загрузку канала связи для письма с минимальной длиной. С увеличением объема письма этот процент снижается. Вместе с тем значительно снизится объем передаваемой корреспонденции за счет фильтрации спама.

4. Заключение

Использования более действенных механизмов фильтрации корреспонденции на основе ЭЦП предотвратит несанкционированные массовые рассылки.

5. Литература

RFC 2821, Klensin, J.,

Simple Mail Transfer Protocol, April, 2001

M. Sahami, S. Dumais, D. Heckerman, E. Horvitz,

A Bayesian approach to filtering junk E-mail, in: AAAI Workshop on Learning for Text Categorization Madison, Wisconsin. AAAI Technical Report WS-98-05, July, 1998

УДК 681.3.06

МЕТОДЫ, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПИСАНИЯ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ ПОСТРОЕНИЯ ЛЕКСИКО-СЕМАНТИЧЕСКОЙ БАЗЫ ДАННЫХ WORDNET

А.М. Сухоногов

Аннотация

Для решения ряда задач, таких как информационный поиск (information retrieval), машинный перевод (machine translation), определение значения слов (WSD – word-sense-disambiguation), при построении вопросно-ответных систем (Q&A systems) в качестве базы знаний, может использоваться лексико-семантический словарь WordNet. Разработка WordNet для русского языка является актуальной задачей. В работе рассматриваются особенности реализации русского WordNet, описывается методика его построения и проверки. Предложенная методика позволяет значительно сократить время разработки словаря за счет более эффективного использования доступных лексических ресурсов, позволяет контролировать каждый этап его построения. Предложенный формат представления WordNet в виде лексической онтологии на языке OWL (Ontology Web Language) позволяет интегрировать словарь с другими словарями, а также использовать его в качестве компонента технологии SemanticWeb.

Ключевые слова: WordNet; лексико-семантическая база данных; тезаурус; онтология; Semantic Web; RDF; OWL

Введение

Лексико-семантические словари WordNet получили широкое распространение после появления в 1996 году в свободном доступе Принстонского WordNet английского языка (Fellbaum, 1998). В 1999 году был создан многоязычный вариант WordNet – EuroWordNet, объединивший национальные словари WordNet европейских языков (английский, датский, испанский, итальянский, немецкий, французский, чешский и эстонский). В 2004 году завершается работа над проектом BalkaNet, объединяющем греческий, болгарский, турецкий, чешский, французский, румынский и сербский языки. В 2001 году создана всемирная ассоциация – Global WordNet Association, координирующая разработки национальных WordNet словарей.

Ближние задачи решались при построении теории лингвистических моделей типа Смысл-Текст. Но определенная там концепция толково-комбинаторного словаря (Мельчук И.А., 1974) не получила широкого распространения.

Разработка русского WordNet осуществляется коллективом из сотрудников ПГУПС (каф.ИВС) и компании Руссикон под руководством Яблонского С.А. Основная цель проекта – разработка русско-английского словаря WordNet и обеспечение его интеграции с другими словарями.

1. Структура WordNet

Базовой структурной единицей WordNet является синонимичный ряд – синсет, объединяющий слова со схожим значением. Каждый синсет представляет некоторое лексикализованное понятие языка. Для удобства пользования словаря человеком каждый синсет дополнен определением и примерами употребления слов в контексте. Синсеты в WordNet связаны между собой семантическими отношениями гипонимии (род/вид), меронимии (часть/целое), лексического вывода (каузации, пресуппозиции)

и др. Определяются также отношения и между значениями слов, например антонимия.

Для русского WordNet разработана структура, позволяющая дополнительно определять парадигму каждого слова, стилистические пометы, пометы доминантности. По результатам анализа проектов EuroWordNet (Vossen, 1999) и BalkaNet (Horák и др., 2003) разработан универсальный формат представления WordNet на языке определения онтологий – OWL. OWL-описание WordNet доступно по запросу (ASukhonogov@rambler.ru).

2. Разработка русского WordNet

2.1. Ресурсы для построения русского WordNet

Для построения русского WordNet используются лингвистические ресурсы компании Руссикон и словари, свободно распространяемые в Internet. Научный коллектив из сотрудников ПГУПС (каф.ИВС) и компании Руссикон выиграл в 2003 г. конкурс издательства Oxford Press на лучший исследовательский проект по использованию словарей Oxford Press. В настоящее время издательство Oxford Press представило для создания русской версии WordNet XML версии следующих словарей:

- Oxford Russian Dictionary
- New Oxford Dictionary of English, 2nd Edition
- New Oxford Thesaurus of English

Эти ресурсы будут использоваться при автоматизированном построении межъязыкового индекса (ILI-inter-lingual-index) русско-английского WordNet.

2.2. Основные этапы разработки

Разработка русско-английского WordNet состоит из двух этапов. На первом этапе формируется WordNet словарь русского языка, второй этап заключается в построении межъязыкового индекса и русско-английского WordNet.

Для разработки русского WordNet определены следующие принципы:

- использование всей доступной в лексических ресурсах информации для автоматизации процесса построения словаря;
- полный контроль и протоколирование всех преобразований на каждом этапе. Прозрачность преобразований;
- минимизация ручной обработки результатов каждого этапа или исключение такой обработки;
- автоматическое отслеживание и исключение несоответствий на этапах сборки и редактирования WordNet.

Традиционный подход к построению WordNet предполагает анализ большого корпуса текстов, построение частотных словарей, их анализ, выявление наиболее употребительной лексики. Ядро WordNet включает

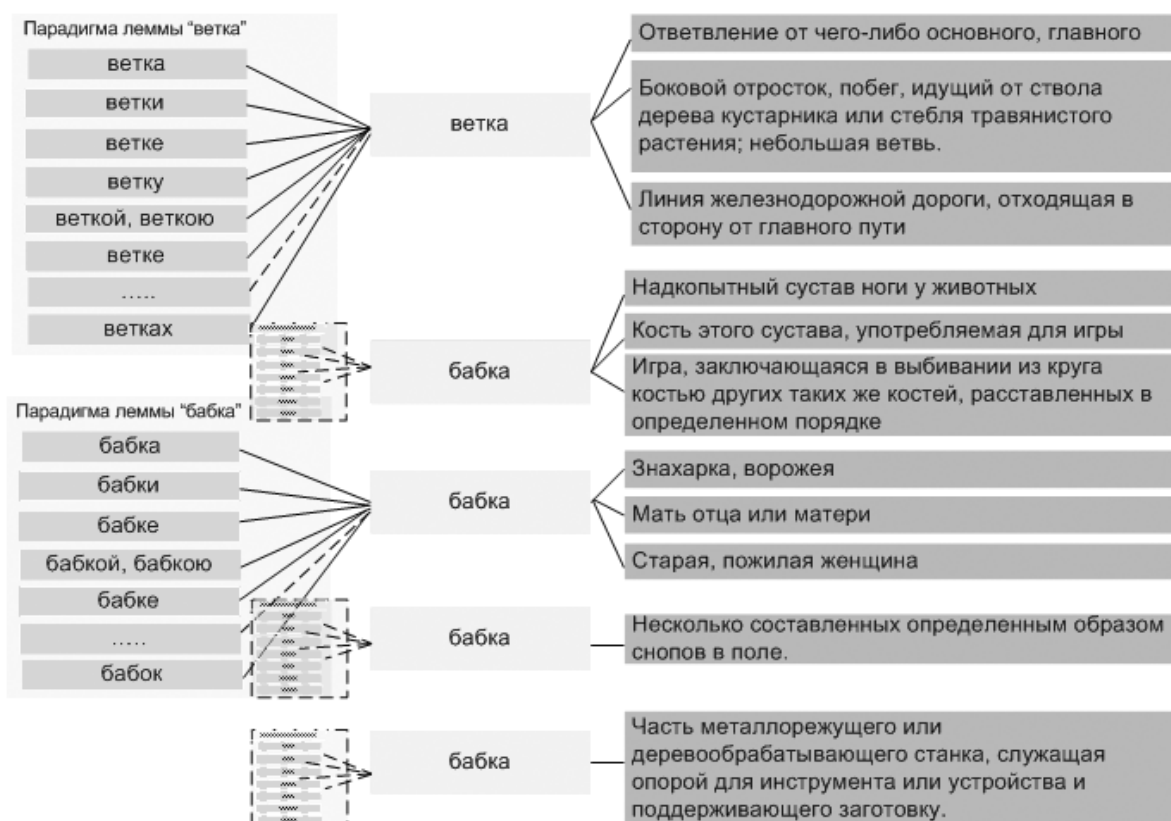
наиболее общие концепты и системы их отношений, для каждого синсета определяются дефиниции. Далее приступают к обработке менее употребляемой лексики и определению предметных областей.

Наличие готовых словарей позволяет оптимизировать процесс построения WordNet. При таком подходе появляются задачи определения соответствия между статьями словарей-источников. Такое соответствие не всегда однозначно.

2.3. Основные задачи и алгоритмы

2.3.1. Анализ толкового словаря

Алгоритм анализа толкового словаря позволяет выделить значения слов и другую вспомогательную информацию (стилистические пометы, примеры использования, некоторые грамматические характеристики, отношения словообразования, позиции ударных гласных и т.д.) из статей толкового словаря. На рис.1. приводится пример прототипов статей синсетов русского WordNet, формируемых при обработке лемм «ветка» и



«бабка» толкового словаря.

Рис.1. Фрагмент толкового словаря

2.3.2. Объединение толкового и грамматического словарей

Алгоритм позволяет автоматизировать процесс определения грамматических характеристик полученных из толкового словаря лемм.

Дальнейшая обработка журналов регистрации объединений позволяет дополнить существующий грамматический словарь и исключить из дальнейшей обработки леммы, попавшие в словник по ошибке. Результаты работы такого алгоритма представлены на рис. 2. По результатам обработки видно, что фактически проверке подлежит около 15% всего словника. А сама проверка заключается в расстановке простых помет определяющих операции по исправлению словаря.

2.3.3. Формирование синсетов по пометам толкового словаря

Алгоритм позволяет сформировать полноценные синсеты WordNet, если исходные лексические ресурсы содержат данные о наличии синонимичных отношений. При определении синсетов учитывается наличие нескольких значений для каждой из лемм. Проводятся дополнительные проверки. Например, проверяется соответствие частей речи объединяемых лемм. Отслеживаются цепочки, включающие последовательное определение нескольких синонимов. Пример одного из вариантов такого объединения показан на рис.3.

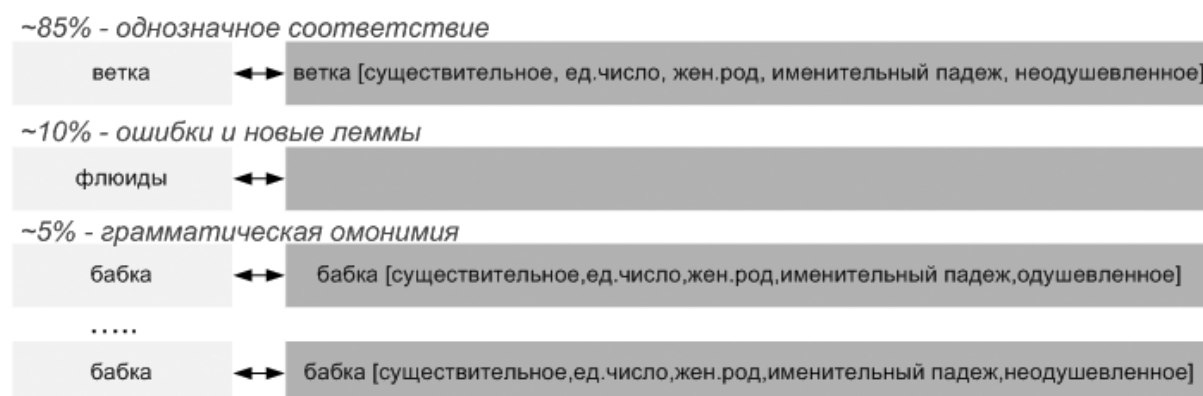


Рис.2. Результат работы алгоритма объединения словарей

2.3.4. Объединение прототипа WordNet со словарем синонимов

Результатом работы является набор синсетов, доопределенных синонимами и система родовидовых отношений между ними. При определении соответствия учитываются практически все доступные компоненты словарных статей: словарный состав статей, толкования, примеры использования (речения и фразеологизмы) и т.д.



Рис.3. Удачное разрешение задачи формирования синсета

3. Заключение

В настоящее время русский WordNet объединяет более 100 тыс. синсетов и находится на этапе проверки. Для построения, проверки и редактирования разработан набор утилит и редактор “TenDrow”. Разработаны процедуры экспорта/импорта форматы редакторов Princeton WordNet и BalkaNet (VisDic-XML). Разработан собственный формат представления на языке OWL. Данные проекта доступны в Internet.

Для получения универсального алгоритма быстрого формирования национального WordNet, достаточно договорится о единой форме представления входных и выходных данных для каждого алгоритма. В данной реализации таким форматом был формат представления словарей «Руссикон». Наиболее удачной реализацией является формат представления XML. Недостатком методики является необходимость наличия лексических ресурсов - словарей в электронном виде и в заранее определенном формате.

4. Литература

- Christiane Fellbaum (ed.), WordNet: An Electronic Lexical Database, MIT Press, 1998
 Мельчук И.А. Опыт теории лингвистических моделей «Смысл-Текст». Семантика, синтаксис. Москва: Наука. 1974
 Piek Vossen. EuroWordNet. General Document. Version 3. University of Amsterdam, <http://www.hum.uva.nl/~ewn>
 Aleš Horák and Pavel Smrž “VisDic – Wordnet Browsing and Editing Tool”. Petr Sojka, Karel Pala, Pavel Smrž, Christiane Fellbaum, Piek Vossen (Eds.): GWC 2004, Proceedings, pp. 136–141. Masaryk University, Brno, 2003

УДК 513.8

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ДИАМЕТРА КОНЕЧНОГО МНОЖЕСТВА ТОЧЕК В ЕВКЛИДОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Е.Ю. Морозова

Аннотация

В работе предложен эффективный алгоритм определения диаметра конечного множества точек в евклидовом пространстве. При этом рассматривается задача нахождения глобального максимума выпуклой функции на выпуклом многогранном множестве. В основе подхода лежит комбинированный метод, позволяющий традиционными методами находить точки локального минимума и метод статистических испытаний, позволяющий улучшать найденные точки.

Ключевые слова: диаметр множества; выпуклая оболочка множества; задача выпуклого программирования; метод статистических испытаний

Введение

Задача определения диаметра конечного множества точек возникает во многих областях: астрономии, микробиологии, популяционной генетике и др. В случае больших значений числа точек множества непосредственное вычисление диаметра требует значительных затрат машинного времени. Настоящая статья посвящена описанию алгоритма определения диаметра множества точек, который при больших является значительно более эффективным.

1. Постановка задачи

В предлагаемом алгоритме задача определения диаметра конечного множества точек в евклидовом пространстве сводится к задаче нахождения глобального максимума выпуклой функции на выпуклом многогранном множестве.

Рассматривается задача выпуклого программирования вида:

$$\begin{aligned} \rho(x, y) &\rightarrow \max, \\ (x, y) &\in \text{conv}(V) \times \text{conv}(V), \end{aligned} \quad (1)$$

где $\rho(x, y)$ - евклидово расстояние между точками x и y , V - множество вершин выпуклого многогранника.

2. Основные замечания

Пусть $X = \{x^1, x^2, \dots, x^n\}$ - конечное множество точек в евклидовом пространстве $\mathbf{R}^d$.

Диаметром множества X называется число

$$D_X = \max\{\rho(x^i, x^j) \mid i, j = 1, \dots, n\}, \text{ где } \rho(x^i, x^j) = \sqrt{\sum_{k=1}^d (x_k^i - x_k^j)^2} - \text{евклидово}$$

расстояние между точками x^i и x^j . Предварительно заметим, что $D_X = D_{\text{conv}(X)}$, где $\text{conv}(X)$ - выпуклая оболочка множества X , геометрически представляющая собой выпуклый многогранник с множеством вершин $\text{Extr}(\text{conv}(X)) = \{v^1, \dots, v^N\} \equiv V$. Поэтому $D_X = \max\{\rho(v^i, v^j) \mid i, j = 1, \dots, N\}$. Однако число N также может оказаться большим, в этом случае эффективным оказывается алгоритм, приводимый в этой статье.

В настоящее время известны различные алгоритмы построения выпуклой оболочки множества, в частности, в пакете MATLAB имеется встроенная функция CONVHULLN, входным аргументом которой является матрица, образованная столбцами координат элементов множества X , а выходным аргументом является матрица, образованная столбцами координат элементов множества V . Незначительная модификация стандартного алгоритма позволяет параллельно с построением множества V строить также матрицу $Z = z_{ij} \mid i, j = 1, \dots, N$, где

$$z_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если вершины } v^i, v^j \text{ смежны (соединены} \\ & \text{ребром) в многограннике } \text{conv}(V) \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

Таким образом, в дальнейшем будем считать, что имеется эффективная программа, выдающая по множеству X множество V и матрицу Z .

3. Описание алгоритма

Нетрудно видеть, что диаметр D_X множества X является значением задачи (1), для решения которой может быть использован метод нахождения глобального минимума квазивогнутой функции на выпуклом многогранном множестве (Баушев А.Н., Морозова Е.Ю. и др., 2003). Для задачи нахождения глобального максимума выпуклой функции на выпуклом многогранном множестве основная теорема может быть переформулирована следующим образом.

Теорема 1. Квазивыпуклая функция $F: C \rightarrow R$, заданная на замкнутом ограниченном выпуклом множестве $C \subset R^n$, достигает

наибольшего значения, по крайней мере, в одной из крайних точек множества C .

Доказательство. Функция называется *квазивыпуклой*, если для каждого вещественного числа c множество $\{x: F(x) \leq c\}$ выпукло.

Если $x = \alpha_1 x^1 + \dots + \alpha_k x^k$ - выпуклая комбинация точек $\{x^1, \dots, x^k\}$, то для квазивыпуклой функции F выполняется неравенство

$$F(x) \leq \max\{F(x^1), \dots, F(x^k)\}.$$

Поскольку каждая точка выпуклого многогранника представима в виде выпуклой комбинации его вершин, то из этого неравенства следует, что в любой точке $x \in C$ значение функции $F(x)$ не больше чем ее значение в крайней точке с наибольшим значением функции.

Следовательно, точка глобального максимума функции ρ на множестве $C \equiv \text{conv}(V) \times \text{conv}(V)$ находится среди крайних точек этого множества.

Крайняя точка, в которой значение целевой функции не меньше ее значений в соседних точках, называется *точкой локального максимума* функции $F(x)$. Основной проблемой при решении задачи (1) является то обстоятельство, что для квазивыпуклой функции, заданной на выпуклом множестве, точка локального максимума не обязательно является и точкой глобального максимума функции на этом множестве.

Приводимый ниже алгоритм включает следующие основные элементы:

1. Нахождение точки локального максимума.
2. Статистическое моделирование направлений поиска области в допустимом множестве с большим значением целевой функции.
3. Усечение исходного множества опорными гиперплоскостями к поверхности текущего уровня целевой функции.

Точка локального максимума функции может быть найдена просто, поскольку предполагается заданной матрица Z , по которой для каждой крайней точки легко находится множество соседних крайних точек. Если среди соседних точек находится точка с большим значением функции, то осуществляется переход к этой точке и т.д. до тех пор, пока не будет найдена точка локального максимума.

Пусть u^0 - найденная точка локального максимума и $\rho(u^0) = m^0$. Обозначим соседние с u^0 вершины (крайние точки) выпуклого множества C через u^j ; $j=1, \dots, l$. Пусть u^c - случайная точка на выпуклой оболочке $\text{conv}\{u^1, \dots, u^l\}$.

Находим точку w^c пересечения луча $h = \{u^t = u^0 + t(u^c - u^0), t \geq 0\}$ с выпуклым множеством C . Искомой точке w^c будет соответствовать значение $t^c = \max\{t : u^t \in C\}$. Положим $w^c = u^{t_{\max}}$, $\rho(w^c) = \bar{m}$.

Если $\bar{m} \leq m^0$, то попытка моделирования u^c считается неудачной, при этом следует повторить процесс моделирования. В противном случае, когда $\bar{m} > m^0$, строим опорную гиперплоскость к поверхности уровня $\rho(u) = \bar{m}$ в точке w^c . Из полупространств, определяемых этой гиперплоскостью выберем то, которое не содержит u^0 . При этом допустимое множество сужается, и к полученной задаче снова применяется описанный алгоритм.

Процесс останавливается тогда, когда все попытки моделирования точки u^c оказываются неудачными. Общее число попыток предполагается ограниченным числом M , которое является входным параметром алгоритма.

Опишем наиболее простой способ моделирования случайной точки u^c . Используя стандартные датчики случайных чисел, смоделируем $l-1$ точку $X_1, \dots, X_{l-1}$ с равномерным распределением на отрезке $[0,1]$. Образуем из этих точек вариационный ряд $X_{(1)} < X_{(2)} < \dots < X_{(l-1)}$.

Пусть $X_{(0)} = 0$, $X_{(l)} = 1$, $\lambda_i = X_{(i)} - X_{(i-1)}$, $i = 1, \dots, l$. Положим $u^c = \sum_{i=1}^l \lambda_i \cdot u^i$.

Корректность работы алгоритма основывается на следующем утверждении.

Теорема 2. Обозначим через u^M крайнюю точку локального максимума, найденную после завершения работы алгоритма, а через C^* множество точек глобального максимума функции ρ на множестве C . Вероятность события $\{u^M \in C^*\}$ стремится к единице при неограниченном возрастании M .

Доказательство теоремы проводится аналогично доказательству теоремы 2 (Баушев А.Н., Морозова Е.Ю., 2004).

Для реализации описанного алгоритма была разработана программа на базе пакета MATLAB.

4. Пример

Для иллюстрации работы алгоритма был рассмотрен следующий пример. Было сгенерировано сто точек из двумерного нормального распределения и по описанному алгоритму найден диаметр этого множества. В процессе алгоритма были найдены две точки локального максимума функции ρ , которым соответствуют диагонали на рисунке 1. Вторая из этих точек оказалась точкой глобального максимума.

5. Заключение

Предложенный алгоритм позволяет находить диаметр конечного множества точек в евклидовом пространстве. Алгоритм является эффективным с точки зрения затрат машинного времени в случае большого числа точек .

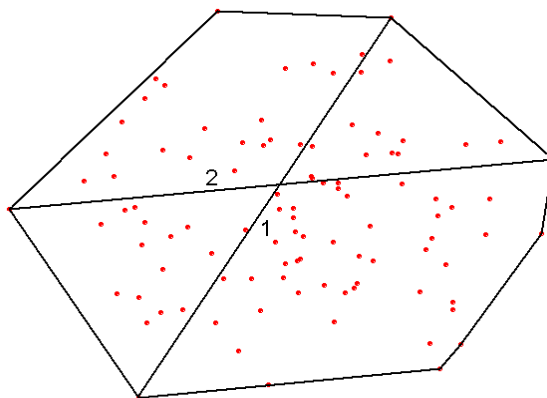


Рис.1. Иллюстрация работы алгоритма на случайном плоском множестве точек

6. Литература

- Баушев А.Н., Морозова Е.Ю., Осьминин А.Т., Елисеев С.Ю., Рящиков А.С. О задаче квазивогнутого программирования и её применении к проблеме оптимизации железнодорожных перевозок. – Обозрение прикладной и промышленной математики. Т. 10. В. 3, 2003, с. 603-604
- Баушев А.Н., Морозова Е.Ю. Метод статистических испытаний в задаче квазивогнутого программирования. // Обозрение прикладной и промышленной математики. Т.11. В.1, 2004, с.34-40

УДК 338

СНИЖЕНИЕ ИЗДЕРЖЕК ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО МЕХАНИЗМА КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ

А.Н. Спасскова

Аннотация

В условиях трансформации экономики, проблема минимизации издержек функционирования государственного механизма приобрела особую остроту. Рассмотрены структура и причины возникновения издержек функционирования государственного механизма. Приведена характеристика существующей ситуации во взаимоотношениях бизнеса и власти. Рассмотрены меры, предпринятые правительством в рамках административной реформы в период 2001 - 2003 гг., и дана оценка их эффективности.

Ключевые слова: транзакционные издержки; издержки функционирования государственного механизма; институциональная неопределенность; оппортунизм; административные барьеры.

Введение

На протяжении всего периода реформ в России институциональная среда, в которой взаимодействуют экономические агенты, характеризуется высокой долей кризисной транзакционной составляющей. Хозяйствующие субъекты действуют в условиях информационной асимметрии, неразвитости рыночной инфраструктуры, отсутствия правовой дисциплины, проблематичности спецификации и защиты прав собственности. В последнее время можно наблюдать некоторое улучшение ситуации и появление определенной стабильности, однако, многие формальные институты все еще не действуют в автоматическом режиме. Институциональная неопределенность и бюрократический оппортунизм продолжают оставаться серьезными преградами на пути позитивного развития экономики нашей страны.

1. Издержки функционирования государственного механизма

Понятие транзакционных издержек было введено Р. Коузом и трактовалось им, как издержки использования рыночного или ценового

механизма (Уильямсон О.И., Уинтер С.Дж., 2001). Сегодня к транзакционным издержкам, как правило, относят издержки поиска информации, ведения переговоров, измерения, спецификации и защиты прав собственности, оппортунистического поведения. Кроме того, вследствие непрерывного расширения сферы государственного вмешательства в экономику и превращения государства в субъект экономических отношений, к транзакционным издержкам стали также относить издержки функционирования государственного механизма.

1.1 Издержки по созданию и поддержанию институтов

Государство, как общественный институт и альтернатива рынку, призвано способствовать минимизации транзакционных издержек, существование которых обусловлено «провалами» рынка (С. Малахов, 1998). Чем более несовершенен рынок, тем выше транзакционные издержки его участников. Граждане добровольно делегируют часть своих прав государству, будучи уверенными в том, что государство успешнее их самих справится с реализацией ряда функций по обеспечению взаимодействий. К таким функциям относятся обеспечение спецификации и защиты прав собственности, правоохранительная деятельность и выполнение роли арбитра, проведение социальной политики, производство товаров и услуг общественного назначения, создание стандартов мер и весов, каналов обмена информацией и т.д. Платой за предоставляемые государством блага являются налоги. Экономические агенты и домашние хозяйства платят налоги и поддерживают институты, основанные государством, планируя взамен получить стабильную правовую среду и социальную защищенность. Следовательно, налоги могут рассматриваться как особый вид транзакционных издержек. Если же цена подчинения закону, установленная государством, слишком высока, хозяйствующий субъект будет стремиться осуществлять свою экономическую деятельность вне рамок закона и одновременно уклоняться от обязательных платежей в казну. Уход от налогов и проблема собираемости налогов приводит к увеличению налогового бремени. При этом законопослушные предприятия или предприятия, неспособные в силу каких-то обстоятельств «уйти в тень», оказываются в проигрыше.

1.2. Издержки, связанные с «провалами» государства

Признавая важность экономической роли государства в снижении транзакционных издержек, следует иметь в виду, что функционирование государственного механизма, как и рыночного, не свободно от недостатков (Олейник А.Н., 2002). Поэтому государство своей деятельностью может не только снижать уровень транзакционных издержек, но и способствовать их росту.

К числу наиболее важных недостатков функционирования государства следует отнести.

- Несовершенство политического процесса, находящее свое выражение в лоббизме, бюрократии, поиске политической ренты и квази-ренты.
- Неспособность государства предусмотреть и эффективно контролировать ближайшие и отдаленные последствия принятых решений. Высокая вероятность достижения результатов отличных от поставленных.
- Отсутствие четких критериев эффективности деятельности.
- Ограниченность контроля над бюрократией со стороны политических партий и общественности. В результате, осуществляя контроль от имени государства, чиновники реализуют собственные интересы, которые могут сильно расходиться с интересами их могучего принцепала.

Указанные недостатки свидетельствуют о том, что государство далеко не всегда в состоянии обеспечить эффективное распределение и использование общественных ресурсов, что обуславливает рост транзакционных издержек.

2. Особенности функционирования государственного механизма в России

2.1. Характеристика существующей ситуации

Важнейшим показателем роли государства в экономике является отношение объема государственного бюджета к ВВП. В последние три года данный показатель в нашей стране зафиксировался на уровне 30-31 % (Госкомстат России, 2004). Подобные цифры свидетельствуют о достаточно высокой степени вовлеченности государства в решение социально-экономических проблем, при этом качество предоставляемых государством услуг за подобную плату оставляет желать лучшего.

О неэффективности государственного регулирования говорит сложившаяся экономическая ситуация сопровождающаяся, в частности, значительными темпами роста расходов на государственное управление и роста численности государственного аппарата управления. Если в 1994 г. численность работников органов государственной власти и местного самоуправления составляла чуть более миллиона человек, то в 2000 г. около одного миллиона двухсот тысяч (БЭА, 2002), а к 2003 г. только федерального уровня уже около полутора миллионов человек. В 2000 и 2001 г расходы на государственное управление и местное самоуправление возрастали более чем на 50 % ежегодно при инфляции соответственно 20,2 и 18,6 %. В 2002 и 2003 темпы роста расходов по данной статье бюджета несколько снизились (2002 г. - 33,2 %, 2003 - 24,1%), но по прежнему в два раза превышали инфляцию (Министерство финансов РФ, 2004). В 2004 г.

тенденция вряд ли изменится, учитывая, что административная реформа вступает в фазу активного претворения ее в жизнь.

Помимо платежей в бюджеты различных уровней российские экономические агенты вынуждены нести значительные расходы по выстраиванию отношений с государственной властью. Эти отношения могут иметь место на любом уровне, от местного до федерального, в зависимости от размера и значимости субъекта хозяйствования. В настоящее время нет официальных статистических данных об уровне подобных издержек. Однако согласно последним данным частных исследований бремя государства для бизнеса по самым минимальным оценкам составляет около 38-40 млрд. долл. США в год. Из них:

- 15 % - прямые потери, связанные с преодолением административных барьеров;
- 10 % - потери вследствие принуждения предпринимателей к "добровольным" тратам на всякого рода цели, которые представляются важными властям различного уровня;
- 75 % – собственно плата чиновникам разного уровня за содействие в решении тех или иных вопросов (взятки).

2.2. Административная реформа

Высокие административные барьеры занимают особое место среди факторов, ограничивающих развитие предпринимательской деятельности в нашей стране. В 2000 г. деятельность в области дебюрократизации была провозглашена одним из важнейших направлений реформирования российской экономики. Цель административной реформы - прекращение практики избыточного вмешательства государственных органов в дела бизнеса и четкое определение сферы государственного регулирования экономических процессов. Наибольшее внимание было уделено разработке и принятию законодательных актов в области регистрации, лицензирования, государственного контроля и надзора, сертификации и стандартизации.

Согласно результатам ряда исследований (исследование ФБК, 2003; исследование ЦЭФИР, 2003) реформа не достигла желаемого результата:

- главные административные барьеры в значительной степени сохранились;
- барьеры, не затронутые или затронутые в недостаточной мере законодательством по дебюрократизации, усилились;
- были созданы принципиально новые административные барьеры, позволяющие чиновникам компенсировать потери, возникающие в результате реализации мер по дебюрократизации.

Таким образом, административные барьеры в России продолжают сохраняться. В достаточно короткие сроки чиновники смогли адаптироваться к новым условиям и создать условия необходимые для дальнейшего извлечения административной ренты.

3. Заключение

Сложившаяся сегодня в России ситуация характеризуется незавершенностью отношений собственности, большой конфликтностью распределительных отношений, слабой развитостью конкурентной среды. Хозяйствующие субъекты, особенно малые и средние предприятия, вынуждены нести все возрастающие финансовые и временные издержки, связанные с неэффективным функционированием государственного механизма. Для независимых малых и средних предприятий региональные и местные власти зачастую являются одним из его влиятельных собственников, вне зависимости от того, владеют они акциями или нет. Существуют весьма значимые вопросы, которые можно решить только с властными структурами, и весьма ценные услуги, которые могут оказать только они. Противостоять подобному влиянию сегодня могут лишь крупные интегрированные бизнес-группы. Для них региональные власти лишь один из уровней государственного управления, с которыми приходится взаимодействовать, причем в большинстве случаев куда менее значимый, чем федеральный.

Первые шаги по снижению административного вмешательства в экономические процессы, осуществленные в рамках административной реформы, не принесли должных результатов. Причинами явились отсутствие комплексного подхода, недооценка возможностей региональных и местных властей, пристальное внимание к нормотворческим процессам без решения задач реформирования государственной службы, связанных с мотивацией чиновников. Концентрация усилий на устранении отдельных барьеров при недостаточном внимании к устранению фактора привлекательности инвестиций в «барьеростроение» оказалась неэффективной. Однако решение рассмотренных проблем должно быть найдено в кратчайшие сроки, в противном случае, достижение высоких темпов экономического роста, запланированных нашим правительством, представляется маловероятным.

4. Литература

- Уильямсон О. И., С.Дж. Уинтер Природа фирмы. – М.: Дело; 2001. – 360 с.
Малахов С. Трансакционные издержки и макроэкономическое равновесие// Вопросы экономики. 1998. № 11. С.78-96
Олейник А.Н. Институциональная экономика: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2002.- 416 с.

- Особенности роста национальной экономики. Фонд «Бюро экономического анализа». Информационно-аналитический бюллетень № 29, март 2002
- Тамбовцев В.Л. Расчет потерь общества от существования административных барьеров ведения хозяйственной деятельности, 2000
- Крючкова П. Снятие административных барьеров в экономике//Вопросы экономики. - 2003.- № 11.- С. 65-77
- Дегтярев А., Маликов Р. Коррупционная основа административных барьеров // Вопросы экономики. - 2003.- № 11.- С. 78-87
- Почему устойчивы административные барьеры. Исследование российской аудиторско-консалтинговой компании ФБК, 2003
- Мониторинг развития административных барьеров на пути развития малого бизнеса в России. Исследование ЦЭФИР, 2003

УДК 338

ФОНДОВЫЙ РЫНОК КАК ИНСТРУМЕНТ ВОВЛЕЧЕНИЯ СБЕРЕЖЕНИЙ В РЕАЛЬНЫЙ СЕКТОР ЭКОНОМИКИ РОССИИ

О.Е. Исупов

Аннотация

В странах с развитой рыночной экономикой фондовый рынок выполняет инвестиционную функцию, которая заключается в формировании каналов перемещения сбережений в реальный сектор экономики. В российской экономике фондовый рынок, по преимуществу, остается спекулятивной площадкой, не выполняющей инвестиционную функцию. Рассмотрены особенности национальной модели корпоративного управления и защиты инвесторов, объем и структура сбережений населения, особенности коллективного инвестирования, возможные механизмы трансформации сбережений в инвестиции, предпосылки развития регионального фондового рынка.

Ключевые слова: фондовый рынок; корпоративное управление; защита прав инвесторов; сбережения населения; коллективное инвестирование

Введение

Трансформация российской экономики и обеспечение экономического роста требуют привлечения инвестиций. Центральной проблемой для их финансирования является формирование устойчивых каналов перемещения сбережений населения в реальный сектор российской экономики. В развитых странах, наряду с кредитной системой, эту функцию выполняет фондовый рынок. В российской экономике

фондовый рынок остается спекулятивной площадкой. Необходимо выявить причины, обуславливающие сложившееся положение.

1. Роль фондового рынка в перемещении сбережений в реальный сектор экономики

1.1. Национальная модель корпоративного управления

Решение поставленной задачи непосредственно связано с рассмотрением особенностей корпоративного управления в России. Приватизация и последующее перераспределение собственности привели, в конечном итоге, к концентрации собственности у инсайдеров и слабой защите миноритарных акционеров.

В мировой практике обычно выделяют континентальную модель корпоративного управления (Германия, Япония) и англосаксонскую модель (Великобритания, США). Первая модель характеризуется участием банков в финансировании и управлении деятельностью компаний. При второй модели финансирование производится за счет большого круга мелких инвесторов, а основную роль в управлении играют захваты компаний (Радыгин А.Д., 2001).

С нашей точки зрения, англосаксонская модель с доминированием интересов мелких акционеров не может быть реализована в нашей стране. Это потребовало бы серьезных экономических изменений сложившихся отношений. Формирующаяся модель фондового рынка показывает доминирование долгового характера. Основной интерес для контролирующих акционеров составляет не повышение рыночной стоимости предприятия на рынке акций, не прибыльность, а доступ к денежным потокам предприятия и управление ими. Поэтому Россия представляет собой пример долговой экономики.

1.2. Защита инвесторов

Следует отметить, что защита мелких акционеров принципиально важна для обеспечения прозрачности компаний. Недостаточная правовая защита акционеров и слабость развития рынка ценных бумаг связаны между собой. Так, низкая ликвидность многих акций на менее развитых рынках делает их владельцев по существу еще менее защищенными, что, в свою очередь, способствует консолидации собственности. Для защиты прав инвесторов необходимо использовать различные меры, в том числе:

- Систематизацию законодательства и укрепление механизмов инфорсмента;
- Разработку и реализацию антикоррупционной программы;
- Обеспечение независимости судебной системы и повышение компетентности ее работников;
- Поддержку со стороны государства саморегулируемых организаций.

2. Сбережения населения как источник инвестиций в экономику России

2.1. Использование сбережений для финансирования экономического роста

В настоящее время из всех каналов финансирования инвестиций в реальный сектор экономики в наибольшей степени действуют лишь собственные средства предприятий. Сбережения граждан по-прежнему остаются неиспользованным внутренним резервом. На сегодня в России отсутствует система, стимулирующая сбережения населения, тем не менее, потенциальные возможности использования сбережений населения велики.

По оценкам Банка России, сделанным с учетом ввоза в страну наличной валюты, население имеет на руках около 70 млрд. долл. (Струченевский А., 2002). Следует отметить, что данные носят оценочный характер.

Распределение сбережений населения России также имеет аномальный вид, несвойственный развитым странам. Подавляющий объем сбережений населения находится в виде иностранной валюты.

Такое распределение объясняется стремлением сохранить свои сбережения, и вызвано недоверием, как к государству, так и к банковской системе. При этом, учитывая естественную долларовую инфляцию и отсутствие процентных выплат по хранимой вне финансовых учреждений валюте, она все равно подвергается обесценению.

В данных условиях успешное развитие инвестиционной функции фондового рынка требует создания механизмов, которые могли бы обеспечивать приток средств мелких вкладчиков на фондовый рынок. При этом следует отметить, что экономическое поведение населения России характеризуется следующим показателями:

- готовность принимать только низкие уровни риска;
- надежда на государство в решении своих проблем;
- низкая ценность экономической самостоятельности и свободы.

На основании рассмотрения особенностей корпоративного управления и экономического поведения населения можно сделать вывод о том, что центральной частью механизма аккумуляции финансовых средств российскими предприятиями должен стать развитый рынок облигаций.

В целях снижения инвестиционного риска по корпоративным облигациям можно использовать схему со следующими участниками:

- предприятие-эмитент;
- банк-андеррайтер;
- банк-гарант;
- конечные инвесторы.

После принятия предприятием-эмитентом решения о выпуске облигаций, банком-андеррайтером и банком-гарантом заключается эмиссионный контракт, определяющий основные характеристики эмиссии и механизмы обеспечения гарантий.

Банк-андеррайтер производит выкуп всей суммы или части эмиссии с последующей продажей конечным инвесторам. Кроме того, банк-андеррайтер по заключенному договору может в течение некоторого времени поддерживать курс корпоративных облигаций для сохранения привлекательности данных ценных бумаг.

Роль банка-гаранта в рассматриваемой схеме состоит, во-первых, в участии в разработке и подписании эмиссионного контракта со стороны будущих конечных инвесторов. Во-вторых, банку-гаранту по базовому варианту передается залог, служащий обеспечением исполнения эмитентом своих обязательств перед конечными инвесторами. В-третьих, банк-гарант является номинальным держателем корпоративных облигаций, выступая в качестве депозитария и трансфер-агента, переводящего на счета депо инвесторов купонные доходы или основные суммы долга при погашении ценных бумаг.

2.2. Коллективные инвестиции

Следует отметить, что традиционные фондовые инструменты, к которым относятся и корпоративные облигации, зачастую становятся недоступными мелким инвесторам из-за нежелания эмитентов работать с небольшими денежными средствами. Эти проблемы могут быть успешно решены при помощи коллективного инвестирования. Актуальность коллективного инвестирования связана также с тем, что для снижения риска инвестиционный портфель следует диверсифицировать.

В настоящее время происходит активное развитие такой формы инвестиционных фондов, как паевые инвестиционные фонды (ПИФы). Тем не менее, участие в них принимают в основном представители среднего класса - наиболее экономически продвинутой прослойки общества. Приходится констатировать, что ПИФы пока не стали реальной альтернативой банковским депозитам. С нашей точки зрения, населению потребуется время, чтобы проникнуться доверием к данным финансовым институтам.

В данной связи необходимо отметить еще одну особенность не только объектов инвестирования ПИФов, но и вообще российского фондового рынка - он представлен в основном ценными бумагами сырьевых, энергетических и телекоммуникационных компаний. Таким образом, именно отрасли, которые находятся в довольно выгодном положении, имеют выход на рынок инвестиций, а наиболее нуждающиеся от него отстранены.

3. Вовлечение средств населения для обеспечения инвестиционных приоритетов региона

3.1. Проблемы и предпосылки развития регионального фондового рынка

Средние российские компании, которые хорошо известны в рамках своего региона, вполне могут воспользоваться возможностями региональных фондовых рынков. Дело в том, что большинство региональных компаний не имеют необходимой репутации на национальном уровне. Поэтому эмитированные ими ценные бумаги будут интересны, главным образом, для региональных инвесторов. Однако, выход на первичный рынок средних компаний затрудняют три основных фактора:

1. Недостаток информации о деятельности компаний, который связан с проблемой обеспечения прозрачности деятельности предприятий;
2. Низкая рентабельность небольших по объему выпусков ценных бумаг;
3. Отсутствие традиций выхода на первичный рынок в целях привлечения необходимых инвестиций.

3.2. Механизмы трансформации сбережений населения для развития регионального фондового рынка

С нашей точки зрения, очевидна потребность в запуске проекта по соединению инвесторов и компаний, нуждающихся в инвестициях на основе эмиссии инструментов фондового рынка. Думается, что для развития данной схемы необходимо придание определенного импульса. Главное запустить механизм первичного размещения; в случае успешного развития к данной схеме присоединятся другие компании, испытывающие потребность в инвестициях. Компании должны понимать, что выход на фондовый рынок позволит им со временем получать недорогие финансовые средства, однако, для этого необходимо продолжить движение к финансовой прозрачности своей деятельности и повышению качества корпоративного управления.

Импульсом для развития регионального фондового рынка могут стать облигации жилищного займа. При этом необходимо рассмотреть возможность предоставления государственных гарантий по данным ценным бумагам, что в свою очередь возможно только при соблюдении строгого контроля за деятельностью эмитента. Кроме того, необходимо произвести оценку финансового состояния застройщика-эмитента и его производственной деятельности за предыдущий период, просчитать проект и подготовить бизнес-план, определить поручителя по облигационному займу.

4. Заключение

Таким образом, на основании проведенного исследования можно выделить следующие основные направления решения поставленной задачи:

- улучшение информационного обеспечения и инфраструктуры фондового рынка;
- улучшение законодательства в области защиты прав инвесторов;
- создание механизмов запуска и реализации развития региональных фондовых площадок, направленных на привлечение инвестиций в региональные компании.

5. Литература

Радыгин А.Д. Корпоративное управление и защита прав собственности: эмпирический анализ и актуальные направления реформ. ИЭПП. 2001
Струченевский А. Статистика сбережений и инвестиций в Россию. РЕЦЕП. 2002

УДК 7.01

СУЩНОСТЬ ПОСТМОДЕРНИЗМА В «ПОСТИНДУСТРИАЛЬНОМ» ОБЩЕСТВЕ

О.А. Билан

Аннотация

Парадокс нынешней социокультурной ситуации состоит в том, что культурный мир, полагая культуру обязательным условием своего социального развития, в то же время игнорирует ее императивы, ограничивает ее потенциальные возможности. Изменение ценностных ориентиров, дезориентация в общественном сознании укореняются в идею плюрализма рациональности, которая на поверку выступает как благообразное облачение старого релятивизма. Основанием для философского постмодернизма стал индетерминизм.

Ключевые слова: социокультурная ситуация; индетерминизм, ризома, деконструкция, ситуации децентрирования; игротворческая активность, плюралистическая эстетическая парадигма

Введение

Сегодня общепризнано, что постмодернизм – это не какая-то единая философская категория, а некоторый комплекс философских построений

последних трех десятилетий XX века. Теоретики постмодернизма (Ж.-Ф.Лиотар, Ж.Бодрийар, Д.Барт, Р.Рорти, И.Хассан, Ю.Хабермас, Д.Кук, Ф.Джеймсон, Р.Краусс, К.Оуэнс и др.) включают в него комплекс идей, истоки которых – в продолжение и трансформации некоторых концепций неотомизма, экзистенциализма, франкфуртской школы, постструктурализма, герменевтики и др.

1. Черты постмодернизма

1.1. Антиуниверсализм постмодернизма

Первая характерная черта постмодернизма - радикальное сомнение в возможности мировоззренческого, теоретического и жанрового единства в философии. Постмодернизм предстает как критика сциентизма. Науку обвиняют в упрощенном представлении об объекте, игнорировании единичного и случайного, пренебрежении интуицией. Утверждается, что события всегда опережают теорию. Невозможно зафиксировать какие-либо жесткие системы ни в экономике, ни в политике, ни в искусстве.

Во-вторых, предлагается вместо исследования реальности заниматься деконструкцией текстов. Философия имеет дело не с реальностью, а с некой игровой ситуацией, с игротворческой активностью, которая возможна в мире чистой мысли. Говорится о том, что абсурдность современного общества порождает философию абсурда.

Постмодернизм предлагает, прежде всего, антиуниверсализм. Он отвергает любую систему как таковую, будь то вероучение, обобщающая теория или объяснительная схема, претендующая на обоснование закономерностей мира.

1.2. Типы постмодернизма

Типы постмодернизма, выделенные как рабочая гипотеза в научной группе, возглавляемой Х.Бертенсом и Д.Феккема,- это общая атмосфера эпохи, реакция на конформизм западной цивилизации. (Ванштейн О., 1996)

1. Первый тип опирается на традиции авангарда, причем политический демократизм авангарда противопоставляются в постмодернизме этого типа элитарному политически консервативному модернизму.
2. Второй тип связан с деконструктивистской философией Ж.Деррида. Произведения этого уровня отличаются интертекстуальной насыщенностью, намеренной фрагментарностью.
3. Третий тип выделяется условно, поскольку речь о стирании граней между высокой и массовой культурой.
4. Четвертый тип затрагивает социологические и психологические аспекты.

Как видим, при выявлении различных типов внутри одной художественной системы обнаруживаются различные основания: в одном

случае оппозиционность, альтернативность по отношению к официальной идеологии и традиционным формам искусства, в другом случае - это ориентация на общее эсхатологическое настроение, в третьем случае основанием для типологизации служат чисто формальные признаки и т.д.

2. Плюралистическая эстетическая парадигма

2.1. Проблема "промежуточности"

В XX веке проявляется проблема "промежуточности". Мир - он любой. Целью постмодернистского поиска становится не копирование жизни, а моделирование мира по своему образу и подобию, создание принципиально новой модели. Основной принцип - разрушение жизнеподобия, разрушение видовых и жанровых границ, синкретизм методов, обрыв причинно-следственных связей (индетерминизм), нарушение логики. Только инновационный характер может стать основанием для вывода - состоялось или не состоялось произведение искусства. Многообразные формы постмодернизма, например, хеппенинг, перформанс и т.д. осуществляются именно по этому принципу.

С формальной точки зрения, постмодернизм выступает как искусство, сознательно отвергающее всякие правила и ограничения, выработанные предшествующей культурной традицией. В таком случае отказ от реалистической традиции можно оценивать как полное разрушение, что и констатируют своей творческой практикой многие постмодернисты. С другой стороны, постмодернизм необходимо осмыслить в плане исторической перспективы, как возврат к культурным ценностям на уровне апробации традиции, приспособления к новым условиям действительности, проверки традиции на прочность. Тогда становятся понятными установки постмодернизма, который ничего не отрицает и не утверждает, а лишь, выражает сомнение в том, что вообще можно создать что-то принципиально новое. Происходит расщепление классической модели на множество элементов. Постмодернизм воплощает художественно-философскую попытку преодолеть фундаментальную для культуры антитезу хаоса и гармонии, переориентировать творческий импульс на поиск компромисса между этими универсалиями. Постмодернистская эстетика принципиально антисистематична, адогматична. Ее символ - лабиринт, ризома. Вместо знания и понимания будет просто выдумывание недоказуемых вещей.

Центральной проблемой мысли становится "общество тотальной зрелищности". Возникнув, прежде всего как культура визуальная, постмодернизм сосредоточился не на отражении, но на моделировании действительности путем экспериментирования с искусственной реальностью - видеоклипами, компьютерными играми.

2.2. Постмодернистское умонастроение

Постмодернистское умонастроение несет на себе печать разочарования в идеалах. Постмодернисты стремятся показать реальную многоликость истины, множественность ее смыслов, несводимых к какому-либо одному центрирующему знаменателю. Плюрализм составляет сердцевину постмодерности.

Вся теория постмодернизма направлена на то, чтобы обесмыслить реалии действительности и перекодировать их в другую систему, в которой нет автора, вернее каждый может считать себя таковым. Удаление автора-это онтологический переворот, но «смерть» автора приводит и к «смерти» читателя. В конечном счете, в постмодернизме буквально все стало рассматриваться как текст: культура, общество, история и человек. Появляется «скриптор», который занимается чем-то вроде «игры в бисер» и несет в себе нечто каталога смыслов, которыми он жонглирует. Игра смыслами предполагает отсутствие смысла. В этой квазиреальности начинают действовать иные законы, которые предполагают упразднение всех нравственных, религиозных и эстетических категорий. И есть в этой игре умысел, через ее формы транслируется отнюдь не безвинный закодированный смысл: в мире нет ничего настолько значимого, чтобы его нельзя было переиграть в пародийное. Постмодернизм не может предложить ничего действительно своего, он просто атаковал позитивистскую разумность. Талант художника постмодернистского мироощущения проявляется при особом условии нахождения в чужом тексте. Это становится игровым моментом в ситуации децентрирования, когда смешиваются координаты «свое – чужое». Культура представляется постмодернистскому мышлению в качестве некоего склада товаров, из которого можно стащить все, что угодно и использовать в своих целях.

3. Социально-политический контекст философии постмодернизма

3.1. Антирационализм философов постмодернизма

Большинство интерпретаторов и последователей постмодернизма отмечают отсутствие в нем позитивной «практической политической ориентации... Постмодернизму присуще антипатия к системе и логоцентристскому проекту подчинения мира категориями разума» (Социально-политический контекст философии постмодернизма, 1994). Вопрос ставится следующим образом: если постмодернизм не может предложить общей политической теории, которая включала бы в себя как принцип политической оценки, так и набор ценностей, не превращаются ли их теории в производные заключения или просто в хаос?

Подход к истории, органично связывающий материализм и диалектику, представлен, по существу, только в марксистской концепции. Если абсолютизация общего в социальном процессе и в истории общества ведет к фатализму, то абсолютизация единичного – к волюнтаризму.

Таким образом, из индетерминированности человеческого познания выводиться индетерминированность истории. Но известно, что никакие открытия не возникают на пустом месте. Эволюция человеческого познания закономерна, в ней каждый последующий этап детерминирован предыдущим и определяет будущий. Нельзя, однако, представить научный прогресс в качестве жестко детерминированной системы, в которой каждое состояние однозначно, с неумолимой необходимостью определяло бы последующее состояние. Но Маркс и Энгельс неоднократно подчеркивали, что субъективный фактор важен для истории, поскольку без него невозможно влиять на ход исторического события. Связь субъективного идеализма с метафизикой в форме индетерминизма прослеживается здесь совершенно ясно. Итак, марксизм отвергает постмодернизм. Однако есть традиция, в которую вписывается постмодернистский способ мышления. По мнению профессора Индианского университета (Пенсильвания) Тода Мэя, это анархизм. Рационализм, по мнению постмодернистов, навязывает социальный порядок, который может противоречить физическим и эмоциональным чувствам; он всегда отчужден, потому что основывается на элите «рациональных» представителей, которые лучше, чем само население, знают, что это население должно хотеть. Интересно в этом плане понятие деконструкции, которое имеет радикальное применение в практической политике. Эта концепция предлагает прекратить попытки определить, что такое мир, а вместо этого начать строить нечто новое - прежде всего новые языки познания.

3.2. Проблема власти

Одной из ключевых проблем, вокруг которой вращается большинство рассматриваемых постмодернистами вопросов, является проблема власти. Через язык средств массовой информации, по мнению теоретиков постмодернизма, людям исподволь навязывается определенный образ мышления, отвечающий нуждам господствующих идеологий, происходит манипулирование сознанием. Реальной власти больше не существует, масс-медиа делают ее иллюзорной.

Постмодернисты приходят к выводу о «бесполезности любого политического действия». Доведенная до логического конца социально-политическая теория постмодернизма предполагает лишь хаос, поскольку «локальные» ценности на самом деле могут оказаться лишь банальным групповым эгоизмом, и невозможность упорядочивания социальной жизни.

4. Заключение

Произошло явственное отделение власти от народа (тогда как в прошлом эта изоляция не бросалась в глаза); общество стало похоже на мозаику (проявилось формировавшееся исподволь групповое разнообразие

с множественностью интересов, несхожестью целей, устремлений); пропала однородность общественной жизни. Плюрализм из мировоззренческой установки перерастает в установку идеологическую и политическую. Действие, руководимое плюрализмом мнений, может привести лишь к плюрализму действий, ибо плюрализм есть отсутствие этих принципов, т.е. беспринципность. Постмодернизм предлагает критику «социальной тотализации», но не претендует на создание законченных позитивных программ или концепций. Главное в постмодернизме - два средства борьбы против элитарности: непохожесть и эклектизм.

Придание цивилизации характера всеобщей игры в бисер - крайне опасный симптом реальности. В этом смысле постмодернизм – явление посткультурное. Современная эпоха осмысливается как переходная, предваряющая другую эпоху. На смену хаоса всегда приходит порядок, который возможен через личную интерпретацию современной культурной ситуации.

5. Литература

Ванштейн О. Знакомьтесь: Homo deconstructivus: философские игры постмодернизма// Апокриф, 1996. №1. С.12-29
Социально-политический контекст философии постмодернизма.- М.-1994

УДК 658.382

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ УСЛОВИЙ ТРУДА ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

В.М. Вершинина

Аннотация

Работа содержит итоговые материалы исследования проблемы напряженности труда преподавателей высших учебных заведений, полученные в результате проведения аттестации рабочих мест по условиям труда. Основным нормативным документом являются Гигиенические критерии оценки и классификации условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса.

Ключевые слова: аттестация рабочих мест; тяжесть и напряженность трудового процесса; оптимальные условия труда; риск заболевания

Введение

Условий труда преподавателей высшей школы, не могут быть охарактеризованы общими нормативными критериями оценки напряженности, утомляемости и работоспособности, которые применяются для аттестации рабочих мест различных профессий т.к. они имеют определенную специфику (Ломов Б.Ф., 1986).

Границы критериальных показателей, характеризующих разные стадии изменения работоспособности в зависимости от динамики аккумуляции физической, эмоциональной и умственной напряженности для педагогических профессий оказываются значительно шире и более размытыми, нежели для человека-оператора. Это обусловлено тем, что работа человека-преподавателя в условиях современной технической оснащённости учебных кабинетов и аудиторий связана с необходимостью оперативного поддержания обратных связей не только персональным компьютером, стоящим на его столе, но и со студенческой аудиторией, а также персонально с каждым студентом, для которых преподаватель является конечной инстанцией получения новых знаний и решения самых различных вопросов и проблем научного, культурного и бытового характера.

1. Педагогическая деятельность как специфический вид умственного труда

1.1. Основные допущения. Постановка задачи

Анализ литературных источников показал, что с изменением технологической оснащённости учебного процесса и с широким внедрением методики компьютерного обучения и учета знаний, значительно изменяется качество и интенсивность воздействия на человека-преподавателя многих факторов которая окружает его на рабочем месте продолжительное время и отрицательно влияет на здоровье этой категории работников.

В целом у преподавателей высших учебных заведений за последние 5-7 лет значительно уменьшилась физическая, но возросла психоэмоциональная нагрузка. Вследствие этого серьезное значение в профилактике заболеваний преподавателей высших учебных заведений приобретают мероприятия не только гигиенического, но и лечебно-профилактического характера:

- 1 - оценка здоровья при поступлении на работу,
- 2 - разработка и внедрение методик ранней диагностики различных заболеваний,
- 3 - прохождение медицинских переосвидетельствований,
- 4 – реализация профилактических мероприятий, предупреждающих возможность возникновения заболеваний или утомления.

В связи с этим, целью исследования явились: разработка методических основ и практических подходов аттестации рабочих мест профессорско-преподавательского состава с точки зрения взаимодействий в системе человек-человек, а так же создание программы профилактических мероприятий направленных на снижение риска возникновения профессионально-обусловленных заболеваний.

1.2. Физиологические основы работы в режиме преподавания

Численность ученых в мире удваивается каждые 10-15 лет и к настоящему времени составляет более 10 миллионов человек. А число обучающихся в вузах всего мира студентов превышает 70 млн. Увеличение численности преподавателей и студентов повышают требования к общей квалификации трудоспособного населения, увеличивают профессиональные нагрузки на педагогических работников вузов, которые влекут за собою повышение общих интеллектуальных нагрузок и возрастание темпов аккумуляции и уровня напряженности физиологических систем организма педагогов.

«Утечка мозгов» молодых ученых за границу из-за неадекватной оплаты труда, низкого уровня жизни, недостаточного финансирования научно-исследовательских программ и катастрофически устаревшего оборудования лабораторий, увеличивает нагрузку на функционирующих в настоящее время преподавателей, нарушает процессы преемственности и естественной заменяемости в ВУЗах.

Следовательно, дополнительными факторами повышения профессиональных нагрузок и напряженности преподавателей вузов являются с одной стороны растущая неудовлетворенная потребность в квалифицированных преподавательских кадрах для высшей школы и неуклонное старение профессорско-преподавательского состава.

Таким образом, в основу работы профилактической службы должны быть положены эффективные методы организации оптимальных условий труда и систематического наблюдения за уровнем напряженности физиологического состояния педагогов в процессе их преподавательской деятельности.

2. Методы оценки условий труда

2.1. Аттестация рабочих мест по условиям труда

Чтобы не допустить повышения уровня заболеваемости работников всех категорий и профессий в масштабе всей страны, компетентными государственными органами была разработана и повсеместно внедряется наиболее общая система комплексных организационно-административных и санитарно-профилактических мероприятий, плановая разработка которых обосновывается результатами аттестации рабочих мест по условиям труда.

В ходе аттестации рабочих мест была изучена одна из основных проблем физиологии труда преподавателей, непосредственно связанная с оценкой степени напряженности функционального состояния организма, меняющейся в процессе педагогической деятельности человека-преподавателя или в результате воздействия на него условий интеллектуального общения со студентами, а также неблагоприятных факторов экологического и социального характера (физических, химических, психологических, социальных и др.), а так же рассматривались наиболее характерные для преподавателей связи напряженности человеческого организма с его работоспособностью на разных временных отрезках рабочего дня, недели или в течение учебного семестра.

2.2. Анализ трудового процесса

Характерной особенностью современного технического прогресса является конкурентное вытеснение традиционных производственных технологических процессов и систем управления машинами более эффективными наукоемкими технологиями, основанными на новейших достижениях различных отраслей науки и компьютерных методах проектирования, организации, управления и автоматизированного контроля за производством продукции и движением транспортных средств. В то же время мировой технический прогресс изменил среду обитания человека, породил новые факторы вредного воздействия на здоровье человека, обуславливающие ухудшение условия труда, возникновение информационных перегрузок, стрессов, гипо- и гипердинамии, напряженности сенсорных органов и центральной системы в целом. Все это создает предпосылки для систематического накопления физиологической и нервной напряженности и существенно влияет на нормальную регуляцию жизненных функций человеческого организма, на его физическое самочувствие, эмоциональное настроение, таким образом – снижает как физическую, так и умственную работоспособность различных специалистов, а в итоге – повышает вероятность риска профессиональной заболеваемости работающих.

2.3. Правовые основы

Согласно Конституции РФ, право на охрану здоровья гарантируется каждому гражданину. А поскольку здоровье в значительной мере зависит от реальных условий труда на рабочем месте специалиста, то для предприятий России Госстандартом утвержден ГОСТ 12.006.-2002 «Общие требования к управлению труда в организации», который введен в действие с 1 января 2003 г. и учитывает общемировой опыт создания и функционирования Систем управления охраной труда (СУОТ). Прототипом этой Системы послужил Британский стандарт BS8800-95

«Руководство по системам управления охраны здоровья и безопасности персонала». На этой основе Министерством труда РФ в 2002 году утвержден целый ряд межотраслевых правил и инструкций по охране труда, а так же проведено согласование более 50 нормативных документов по охране труда, представленных Минздравом, Госстроем, Госстандартом, Минэнерго, Минсельхозом, МЧС и МЧС России.

3. Методы улучшения условий труда

3.1. Снижение напряженности труда

В настоящее время аттестация рабочих мест по условиям труда осуществляется с точки зрения системы человек-машина и очень мало внимания уделяется рассмотрению других сфер профессиональной деятельности. Профессия преподавателя высшей школы имеет ряд особенностей и включает в себя все иные системы. Это – человек-человек, человек-творчество, человек-знаковая система, человек-машина и др. Изучив существующую на данный момент нормативную документацию по проведению аттестации рабочих мест и научную литературу по анализу этой деятельности, в ней были выявлены серьезные пробелы по оценке характера и условий интеллектуального труда. Не смотря на то, что попытки такой оценки предприняты, ее результаты не могут считаться адекватными ситуации, т.к. она оценивает взаимоотношения только в системе человек-машина (Мороз М.П. и др., 2001) и совершенно не затрагивает систем человек-человек и человек-творчество.

Аттестация рабочих мест профессорско-преподавательского состава затруднена в виду отсутствия нормативных документов регламентирующих показатели и критерии оценки в системах человек-человек и человек-творчество и человек - знаковая система.

4. Заключение

Для улучшения условий труда профессорско-преподавательского состава нужно разрабатывать новые методические основы и практические подходы для аттестации рабочих мест с точки зрения взаимодействий в системе человек-человек, создавать программы профилактических мероприятий направленных на снижение риска возникновения профессионально-обусловленных заболеваний. А также разработать дополнительные показатели и критерии гигиенической оценки и классификации условий труда с учетом специфики работы в режиме преподавания.

5. Литература

Ломов Б.Ф. Оценка современных условий труда преподавателей с позиции инженерной психологии.—М.: 1986

Мороз М.П., Чубаров И.В. Методология оценки и прогнозирования работоспособности человека-оператора. СПб: ГУП «Петроцентр», 2001–80с.

УДК 658.567

НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ УТИЛИЗАЦИИ НЕКОТОРЫХ ОТХОДОВ РЕГИОНОВ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Е.А. Дзираева

Аннотация

Одной из актуальных проблем развития регионов Крайнего Севера является улучшение экологической ситуации. Опасными загрязнителями природной среды являются отработанные индустриальные масла и автопокрышки, образующиеся на всей территории ООО «ТЮМЕНТРАНСГАЗ». В работе предлагаются технологии безопасной утилизации названных отходов.

Ключевые слова: улучшение экологической ситуации; отработанные индустриальные масла и автопокрышки; технологии безопасной утилизации

Введение

Одной из актуальных проблем развития регионов Крайнего Севера является улучшение экологической ситуации. Тюменская область является крупным нефтедобывающим районом. В нефтедобывающих районах экологическая ситуация острая, обусловлена химическим и нефтяным загрязнением атмосферы, вод, почв. В 2002г. на природоохранные мероприятия организациями области инвестировано 2,0 млрд. рублей или 72,1% общеобластного объема инвестиций в основной капитал, направленных на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов (<http://www.oblstat.tmn.ru/vizitka/hmao.htm>).

Наибольшее распространение на территории имеет нарушение земель, возникшая вследствие проведения геологоразведочных и нефтегазодобывающих работ, обустройства поселков и городов. Химическое загрязнение природной среды в настоящее время имеет локальное распространение и приурочено к местам с интенсивной техногенной деятельностью. Однако следует отметить ярко выраженную

тенденцию к увеличению этого процесса по площади. Большое влияние на качество окружающей среды оказывает образование и накопление бытовых и промышленных отходов.

1. Отработанные автопокрышки

1.1. Проблема образования и накопления

Одним из самых крупных предприятий работающих на территории Тюменской области является ООО “ТЮМЕНТРАНСГАЗ”.

Опасным загрязнителем природной среды являются отработанные автопокрышки, образующиеся на всей территории ООО “ТЮМЕНТРАНСГАЗ”, включающей несколько городов, в том числе г. Югорск. Объемы образования этого вида отхода исчисляются сотнями тысяч тонн в год.

1.2. Опасность для природной среды

Вышедшие из эксплуатации шины являются источником загрязнения окружающей среды по нескольким причинам:

Во-первых, не подвергаются биологическому разложению, во-вторых, огнеопасны (хотя не являются легковоспламеняющимися материалами, но при возгорании погасить их достаточно трудно). В - третьих, при складировании в шинах накапливается вода, что делает их идеальным местом для размножения кровососущих насекомых, переносчиков инфекционных заболеваний.

1.3. Существующие методы утилизации

Изношенные покрышки являются источником ценного вторичного сырья: резины (каучука), сажи, металлического и текстильного корда. Практически 90% резиносодержащих отходов получают из шин.

Изношенные шины можно использовать следующим образом:

для защиты склонов от эрозии, создания звукозащитных барьеров вдоль автострад, в гидростроительстве, при строительстве нерестилищ и т.п., т.е. не изменяя их размеры;

для получения теплоты при сжигании отработанных автомобильных покрышек на угольных котельных установках;

для получения жидковязкой композиции в процессе пиролиза. Этот способ имеет два недостатка: дорогостоящий каучук, содержащийся в шинах, не используется в полной мере; данную технологию нельзя отнести к экологически чистым, т.к. некоторые конечные продукты пиролиза содержат бенз(а)пирен и представляют опасность для человека и окружающей среды;

механическое измельчение покрышек с получением резиновой крошки различной дисперсности (Н.Д.Рашевский и др., 2003) В этом

случае каучук используется наиболее рационально. Бортовые металлические кольца с остатками резины идут на переплав.

В настоящее время отработанные покрышки просто складировать на специально огороженных площадках ООО «ТЮМЕНТРАНСГАЗ», относя решение проблемы их переработки на будущее.

1.4. Предлагаемый способ утилизации

На кафедре «Инженерная химия и естествознание» ПГУПС нами проведены исследования возможности утилизации измельченной резины автопокрышек при производстве бетонов.

2. Отработанные масла

2.1. Опасность для человека и окружающей среды

Опасными загрязнителями природной среды являются отработанные промышленные масла, образующиеся на всей территории ООО «ТЮМЕНТРАНСГАЗ».

Смазочные масла, как правило, представляют собой основу с присадками различного функционального назначения. В качестве основ наибольшее распространение получили нефтяные масла.

Степень влияния смазочных масел на окружающую среду определяется тремя основными факторами: химическим составом, рабочей температурой и культурой обращения с ними. Химический состав является доминирующим фактором. Он характеризует потенциальную способность смазочных масел воздействовать на окружающую среду. Рабочая температура определяет расход масла в период эксплуатации, обусловленный его испарением, интенсивность физико-химических превращений, а также опасность воздействия паровой фазы (Нефти и нефтепродукты...1999).

Наиболее сильными канцерогенными веществами являются ароматические углеводороды, непредельные углеводороды, серо-, азот- и кислородсодержащие соединения. ПДК смазочных масел на нефтяной основе — 300 мг/м³. Особенно опасны полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), продолжительный контакт с которыми может вызвать рак кожи. К нефтяным маслам для улучшения природных, а также для придания им новых необходимых качеств добавляются присадки. Наибольшее количество присадок, как по количеству, так и по номенклатуре, характерно для моторных масел (до 30%); наименьшее — для компрессорных и промышленных. Наиболее агрессивны противоизносные, противозадирные и антиокислительные присадки, в состав которых входят сера, фосфор, хлор и азот.

Для получения четкой картины воздействия масел на окружающую среду на кафедре проводилось исследование изменений характеристик

компрессорного масла турбинных установок ЛПУ МГ ООО “Тюментрансгаз”.

Кроме физико-химических характеристик, определялся качественный состав масел по методу с использованием ИК-спектроскопии (Современные...1984). Были получены спектры чистого и отработанного масел. Изучение ИК-спектров показало, что характерным для обоих спектров явилось преобладание полос поглощения (п. п.) метильных (CH_3) групп (п. п. 1465 см^{-1}) и метиленовых (CH_2) групп (п. п. 1375 см^{-1}), характерных для углеводородных фракций нефти, над п. п. гетероатомных органических соединений, входящих, в основном, в состав смолисто-асфальтеновых веществ нефти, имеющих п. п. в области $1500\text{-}1900 \text{ см}^{-1}$.

3. Технология безопасной утилизации отработанных масел

3.1. Обоснование возможности добавки отработанных масел в керамическую шихту

Мы исследовали возможность использования отработанного масла при производстве керамического кирпича т.к. это позволяет рационально использовать отработанные машинные масла в технологиях, разрешающих частично заменить природный газ на энергию сгорания отработанного масла и одновременно надежно захоронить токсичные составляющие масел. Простое добавление масла в керамическую шихту не дало результата, т.к. при этом нарушалась слипаемость глинистых слоев, что приводило к снижению прочности материала и морозостойкости. Перед нами стояла задача ввести масло в керамическую шихту таким образом, чтобы не снизить физико-механические характеристики керамического кирпича. При этом мы рассматривали два направления это получение легкого поризованного кирпича и рядового кирпича.

3.2. Получение образцов кирпичей различного назначения

Были проведены две серии опытов:

1. по получению поризованного кирпича плотностью менее 1 г/см^3 с использованием опилок или ветоши в качестве впитывающей подложки для масла;
2. получение рядового кирпича на основе техногенного отощителя, используемого в качестве подложки для адсорбции масла.

Для получения образцов с $\rho < 1 \text{ г/см}^3$, использовали древесные опилки, специально замасленные. Оптимальное содержание опилок в шихте составило 20% (по массе), масла не более 4%, остальное кембрийская глина.

Получили образцы легкого кирпича с $\rho < 1 \text{ г/см}^3$ ($0,96 \text{ г/см}^3$). Прочность при сжатии и изгибе соответствует марке М75.

3.3. Использование выгорающих добавок

В качестве выгорающей добавки была опробована и промасленная ветошь (в нашем случае от автомобильной промышленности), она была порезана на кусочки, размером до 5мм, а затем добавлена к глине. Были изготовлены балочки размером 40*40*160 мм. Путем испытания обожженных образцов с различным процентным содержанием ветоши, получили оптимальное содержание промасленной ветоши - 10% (по весу).

При этом прочность при сжатии составила 15,8 МПа, а прочность при изгибе 2,1 МПа. Значительного облегчения по весу достигнуто не было, кроме того, следует отметить, что образцы изготавливались без добавления песка, поэтому рационально будет вводить промасленную ветошь одновременно с песком, что позволит добиться увеличения прочности на изгиб и получения облегченного кирпича с $\rho < 1,4\text{г/см}^3$ и маркой кирпича М150.

3.4. Привлечение метода исследования распределения центров адсорбции (РЦА) для прогнозирования сорбции нефтепродуктов на твердой минеральной фазе

По второму направлению нами были использованы знания о донорно-акцепторных свойствах поверхности твердых тел, которые можно оценить с позиций метода РЦА (распределение центров адсорбции). С помощью этого метода было установлено, что твердые минеральные фазы адсорбируют нефтепродукты, в том числе и масла в области рКа от 0 до 7, т.е. в области Бренстедовских кислот. Для сохранения физико-механических свойств материала в качестве подложки адсорбирующей масло, необходимо выбрать такие техногенные продукты, которые имеют активные центры в области рКа от 0 до 7 в рамках метода РЦА и удовлетворяют требованиям по гранулометрическому составу, предъявляемым к отошителям для керамического кирпича. Поэтому в качестве объекта взято техногенное сырье, которое на сегодняшний момент требует утилизации и одновременно отвечает всем требованиям, предъявляемым к отошителю, это горелая земля, череповецкий шлак, гранитный отсев, купершлак. Адсорбированное масло на поверхности техногенного отошителя, выгорая при обжиге, откроет дополнительно донорные центры, способные к донорно-акцепторному взаимодействию с глиняной матрицей, тем самым, упрочняя сцепление отошителя с матрицей по границе раздела фаз, вплоть до образования сплошной контактной зоны. Количество введенного масла с отошителем зависит от природы отошителя и его активности поверхности. Предварительные исследования показали, что количество введенного масла с отошителем варьируется от 3 до 5 % от массы шихты.

4. Заключение

Таким образом, утилизация отработанного масла в кирпичное производство позволит нам сэкономить в первом приближении до 30 кг природного газа на тонну готовой продукции без ухудшения физико-механических характеристик кирпича, снижая нагрузку на экосистемы.

5. Литература

<http://www.oblstat.tmn.ru/vizitka/hmao.htm>

Рашевский Н.Д., Кроник В.С., Мороз В.А., Неелов И.П. Переработка изношенных автомобильных шин с металлокордом Фирма «АРК», ИП «Экотехника», г.Харьков, Украина, 2003

Нефти и нефтепродукты — загрязнители почв / Г.П. Каюкова, А.З. Гарейшина, К.В. Егорова, Л.З. Нигмедзянова, Г.В. Романов //Химия и технология топлив и масел. № 5. 1999. с. 37-43

Современные методы исследования нефтей / Под ред. А.И. Богомолова. Л: Недра, 1984. с. 248-249.

АВТОРЫ СТАТЕЙ

- Ковалев Валерий Иванович** - доктор технических наук, профессор, ректор университета
- Азбукин Дмитрий Алексеевич** - аспирант кафедры «Информатика и информационная безопасность», конт. телефон 310-34-72
- Бекиш Александр Александрович** - кандидат технических наук, доцент кафедры «Железнодорожный путь», конт. телефон 168-81-74
- Бешлиу Виталий Анатольевич** - аспирант кафедры «Мосты», конт. телефон 168-81-71
- Билан Ольга Александровна** - аспирант кафедры «Философия», конт. телефон 168-85-29
- Бородуля Алексей Валерьевич** - аспирант кафедры «Инженерная химия и естествознание», конт. телефон 168-81-28
- Бутузов Константин Алексеевич** - аспирант кафедры «Автоматика и телемеханика на железных дорогах», конт. телефон 168-85-79
- Бычков Максим Валентинович** - аспирант кафедры «Автоматика и телемеханика на железных дорогах», конт. телефон 168-85-79
- Вершинина Валерия Михайловна** - аспирант кафедры «Охрана труда и промышленная безопасность», конт. телефон 168-84-59
- Гарамов Олег Витальевич** - аспирант кафедры «Мосты», конт. телефон 168-81-71
- Голубых Сергей Борисович** - аспирант кафедры «Высшая математика», конт. телефон 168-81-72
- Дзираева Евгения Александровна** - аспирант кафедры «Инженерная химия и естествознание», конт. телефон 168-81-28
- Жинкин Антон Андреевич** - аспирант кафедры «Мосты», конт. телефон 168-81-71
- Исупов Олег Евгеньевич** - аспирант кафедры «Экономическая теория», конт. телефон 168-81-23

- Козьмин Юрий Георгиевич** - доктор технических наук, профессор кафедры «Мосты». конт. телефон 168-81-71
- Константинова Татьяна Юрьевна** - аспирант кафедры «Автоматика и телемеханика на железных дорогах», конт. телефон 168-85-79
- Краснобрыжий Станислав Андреевич** - аспирант кафедры «Методы и приборы неразрушающего контроля», конт. телефон 168-87-02
- Кузнецов Антон Андреевич** - аспирант кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство», конт. телефон 168-81-40
- Курилкин Дмитрий Николаевич** - аспирант кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство», конт. телефон 168-81-40
- Лазарев Владимир Алексеевич** - аспирант кафедры «Автоматика и телемеханика на железных дорогах», конт. телефон 168-85-79
- Максименко Олег Алексеевич** - аспирант кафедры «Автоматика и телемеханика на железных дорогах», конт. телефон 168-85-79
- Морозова Елена Юрьевна** - аспирант кафедры «Прикладная математика», конт. телефон 168-87-73
- Осадчий Герман Владимирович** - аспирант кафедры «Автоматика и телемеханика на железных дорогах», конт. телефон 168-85-79
- Павлов Дмитрий Леонидович** - аспирант кафедры «Электрическая связь», конт. телефон 168-84-90
- Романова Анна Анатольевна** - аспирант кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», конт. телефон 168-85-21
- Руденко Вадим Михайлович** - аспирант кафедры «Автоматика и телемеханика на железных дорогах», конт. телефон 168-85-79
- Смирнов Николай Викторович** - аспирант кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», конт. телефон 168-85-21
- Спасскова Анна Николаевна** - аспирант кафедры «Экономическая теория», конт. телефон 168-81-23

- Степанова Ирина Витальевна** - аспирант кафедры «Инженерная химия и естествознание», конт. телефон 168-81-28
- Сухоногов Андрей Михайлович** - аспирант кафедры «Информационные и вычислительные системы», конт. телефон 168-82-76
- Твардовская Надежда Владимировна** - аспирант кафедры «Водоснабжение, водоотведение и гидравлика», конт. телефон 168-83-04
- Уманцев Владимир Владимирович** - аспирант кафедры «Железнодорожный путь», конт. телефон 168-81-74
- Федотова Ираида Александровна** - кандидат технических наук, докторант кафедры «Теоретическая механика», конт. телефон 168-82-49
- Фиголь Андрей Анатольевич** - аспирант кафедры «Строительные материалы и технологии», конт. телефон 168-83-07
- Хрущева Дарья Сергеевна** - аспирант кафедры «Высшая математика», конт. телефон 168-81-72

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Азбукин Д.А.	117	Курилкин Д.Н.	48
Бекиш А.А.	12	Лазарев В.А.	108
Бешлиу В.А.	22	Максименко О.А.	69
Билан О.А.	141	Морозова Е.Ю.	126
Бородуля А.В.	35	Осадчий Г.В.	84
Бутузов К.А.	104	Павлов Д.Л.	99
Бычков М.В.	74	Романова А.А.	63
Вершинина В.М.	146	Руденко В.М.	80
Гарамов О.В.	27	Смирнов Н.В.	66
Голубых С.Б.	112	Спасскова А.Н.	131
Дзираева Е.А.	151	Степанова И.В.	31
Жинкин А.А.	17	Сухоногов А.М.	121
Исупов О.Е.	136	Твардовская Н.В.	42
Ковалев В.И.	3	Уманцев В.В.	12
Козьмин Ю.Г.	17	Федотова И.А.	7
Константинова Т.Ю.	89	Фиголь А.А.	38
Краснобрыжий С.А.	58	Хрущева Д.С.	94
Кузнецов А.А.	53		