



АВИАМАШИНОСТРОЕНИЕ И ТРАНСПОРТ СИБИРИ

Сборник статей
II Всероссийской научно-практической конференции,
приуроченной ко Дню космонавтики

(Иркутск, 11–13 апреля, 2012 г.)



ИЗДАТЕЛЬСТВО
Иркутского государственного технического университета
2012



УДК 629+656(082)
ББК 39Я45

АВИАМАШИНОСТРОЕНИЕ И ТРАНСПОРТ СИБИРИ : сб. статей II Всероссийской научно-практической конференции, приуроченной ко Дню космонавтики (Иркутск, 11–13 апреля, 2012 г.). – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2012. – 312 с.

Ответственный редактор: М.И. Шаров – канд. техн. наук, доцент

© ФГБОУ ВПО
Иркутский государственный
технический университет, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

АВИАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

- Чьен Х. В., Ахатов Р.Х.** Определение состава сборочных баз при автоматизированной сборке маложестких деталей 6
- Огнев Ю.Ф., Бердиев О.Ш. Денисенко Ю.П.** Оснастка для литья тонкостенных алюминиевых панелей беспилотных летательных аппаратов 10
- Попов В.М.** Адаптивное управление бесконтактным двигателем постоянного тока с двумя входами 16
- Долотов А.М., Белоголов Ю.И.** Снижение давления среды на золотник затвора клапана 25

ВОПРОСЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЬНОГО, ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО И АВИАЦИОННОГО ТРАНСПОРТА

- Натарзан В.М., Абу-Ниджим Р.Х.** Эксплуатационный контроль неуравновешенности двигателей автотранспортных средств 30
- Блянкинштейн И.М., Воеводин Е.С., Асхабов А.М.** Динамическая модель дымности отработавших газов дизелей, зафиксированной видеорегистрационным методом 34
- Худяков Д.А. Блянкинштейн И.М., Воеводин Е.С.** Система оперативного управления расходом топлива на предприятиях автомобильного транспорта 39
- Блянкинштейн И.М.** Методологические аспекты совершенствования технологического оборудования для технического обслуживания, ремонта, испытания, контроля и диагностики атс 44
- Ткаченко А.Ю., Феоктистов Д.Г.** Программное обеспечение по контролю должностных операций выполняемых работниками локомотивных депо 54
- Кивокурцев А.Л.** Вопросы технической эксплуатации интегрированных комплексов бортового оборудования современных самолетов 61
- Тюняев И.В., Калимуллин Р.Ф.** Методика оценки приспособленности автомобильного двигателя к режимам работы по критерию износостойкости подшипников коленчатых валов 70
- Екатериничев Е. И. Федоров П.В.** Деформации листовых рессор в подвеске автомобиля 77
- Катаргин В.Н., Морозов Д.А.** Классификация работ сервисного обслуживания по сложности на основе квалификационного признака ремонтных рабочих: распределения времени их работы с инструментом 82
- Катаргин В.Н., Терских В.М., Гастюшкин Д.С.** Модели структуризации данных по хранению запасных частей отечественных грузовых автомобилей с помощью пакета прикладных программ 92
- Катаргин В.Н., Писарев И.С., Хмельницкий С.В.** Модель отказа размерной цепи агрегата 97

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

- Осипов А.Г., Станишевская К.В., Шульга М.А.** Модернизация универсальных пожарных стволов 103
- Хафизов И.И.** Комбинированные электрохимические методы и средства производства в машиностроении 107
- Пайкин Д.Б.** Выбор оптимальных параметров управляющих программ для станков с чпу при фрезеровании сложных поверхностей 109
- Нгуен Ван Хоан** Возможности конического эластичного тора как силового привода 116

Шамаев С. Ю., Черноусова А.М. Моделирование гибкой производственной системы при формировании технического предложения	119
Герасимов В.В., Пашков А.А., Максимов Г.Б. Повышение эффективности дробемётных аппаратов контактного типа для формообразования панелей	126
Жарков И.С., Вахмянин Р.Е. Зеер В.А. Ролико-фрикционный привод колес как способ повышения проходимости транспортного средства	133
Овчинников В.С. Тимофеев М.А., Иванова М.А., Клименкова С.Б. Возможности использования powerpoint для создания анимированных примеров решения задач по начертательной геометрии	138
Окулов М.Д., Харитонова А.В., Клименкова С.Б., Иванова М.А. Использование powerpoint для создания презентации курсовой работы по дисциплине инженерная графика	142
Ракицкая В.Б. Исследование в msc mark запорного клапана с рукавным приводом на этапе проектирования	146
Хамаганов А.М. Клепка клиновидных пакетов	152
Музафаров Р.С., Мкртчян А.Ф. Определение области рациональной скорости резания резины при обработке гуммированных валов бумагоделательных машин	156
Горбань А.В., Шестериков С.С. Управление качеством подготовки специалистов при заочной форме обучения	159
Кострубова И.И., Кравцова Л.И., Гусейнов И.В. Исследование влияния легирования и модифицирования на структуру и свойства высокомарганцевой стали 110Г13л	162
Крацова Л.И., Кострубова И.И., Гусейнов И.В. Исследование износостойкости высокомарганцевых сталей	167
Королев П.В., Фокин И.В. Применение инновационных технологий и интерактивных методов обучения при изучении курса «теории машин и механизмов».	171
Попова Е.С., Нгуен Ван Дык Исследования шлангового клапана на этапе проектирования	178
Орлов П.С., Соцкая И.М. Совершенствование технологии получения алитированных стальных конструкций	182
СОЗДАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ	
Вишнеревский В.Т., Леневский Г.С. Создание лабораторного оборудования для проведения верификации математического описания элементов с распределенной упругостью	187
Кузнецов Н.К., Динь Дык Тунг Исследование динамики трехмассовой мехатронной системы с приводом, расположенным на подвижном основании	191
Кузнецов Н.К., Ле Ба Хань Разработка алгоритмов управления колебаниями мехатронных систем на основе концепции обратных задач динамики	196
Точилкин В. В., Умнов В.И. Разработка манипулятора с гибким приводом для отсечки конвертерного шлака	202
Колесникова Е.Г., Савинская Е.А., Умнов В.И. Анализ конструкций гибких приводов	205
МЕНЕДЖМЕНТ И ЛОГИСТИКА НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ	
Бутакова Н.В., Прокофьева О.С. Анализ общих подходов к управлению запасами на предприятии	212
Тарасюк Ю.В., Васильева Н.С., Ходоева А.С. Анализ состояния рынка грузовых перевозок	217

Тарасюк Ю.В., Канзеров А.О., Тарновский А.В. К вопросу выбора марки подвижного состава для перевозки грузов	222
ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ ГОРОДОВ	
Ильиных Ю.А., Макарова Е.С., Зедгенизов А.В. Анализ использования селитебной территории микрорайона «Рабочее» г. Иркутска	227
Макарова Е.С., Ильиных Ю.А., Зедгенизов А.В. Анализ использования селитебной территории микрорайона «Иркутск 2»	232
Прокопьев И.А., Рубцов А.Г., Зедгенизов А.В. Анализ использования селитебной территории микрорайона «Юбилейный»	238
Яценко М.В., Печатнова Е.В. Анализ причин возникновения дорожно-транспортных происшествий г. Барнаула	244
Параскив А.В., Благушина С.В., Зедгенизов А.В. Анализ использования селитебной территории микрорайона «Солнечный»	247
Чикалина С.Л., Подорожкин Н.Л., Оглоблин Е.Н. Исследование скорости транспортных потоков с использованием навигационного оборудования	253
Юшков Б.С., Кычкин В.И., Юшков В.С. Влияние виброполосы на транспортное средство	257
Засядьвовк Г. Ю., Лагерев Р.Ю., Михайлов А.Ю. Опытные образцы новых видов транспортных средств для туристических маршрутов	263
Агафонова Т.А., Тарханова Н.В. Результаты обследования транспортной подвижности льготных категорий населения свердловского и ленинского районов г. Иркутска	269
Тарханова Н.В., Десятова А.К. Обследование транспортной подвижности льготных категорий граждан правобережного округа г. Иркутска	274
Тарханова Н.В., Храткевич С.А. Анализ структуры поездок льготных категорий граждан октябрьского района г. Иркутска	279
Гусевская И.А., Преловская Е.С., Левашев А.Г., Развитие общественного транспорта в иркутске и его пригородах	284
Гребенников В.В., Сигаева В.С., Левашев А.Г. Развитие удс Иркутска для решения экологических проблем	287
Амосова Д.В., Емельянова М.С., Петрова Ю.В., Шаров М.И. Качество обслуживания на городском пассажирском транспорте	290
Туктаров А.Ю., Тебеньков С.Е., Левашев А.Г. Оценка распределения продолжительности паркирования	295
Рубцов А.Г., Прокопьев И.А., Зедгенизов А.В., Михайлв А.Ю. Анализ использования селитебной территории микрорайона «Новоленино»	298
СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ	
Худченко А.С., Шевцов М.А. Технические средства для устройства поверхностной обработки дорожного полотна	303
Спивак О.Н., Ядров И.А. Модернизация быстросъемного захватного устройства гидравлического экскаватора	308

АВИАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА СБОРОЧНЫХ БАЗ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СБОРКЕ МАЛОЖЕСТКИХ ДЕТАЛЕЙ

Аспирант Х. В. Чьен, Р. Х. Ахатов к.т.н, доцент

Исследование относится к области автоматизации технологической подготовки сборочного производства в самолетостроении. Метод формализованного выбора и анализа сборочных баз при автоматизированной сборке мало жестких деталей.

Ключевые слова: сборка, сборочная база, мало жесткие детали, автоматизированная сборка.

В современных условиях необходимо разрабатывать новые технологические процессы сборки, с применением современных информационных технологий и автоматизированного оборудования. При этом очень важной проблемой является выбор и согласование сборочных баз всех объектов производства на весь период выполнения сборочных работ. Эта проблема усложняется при выполнении сборки мало жестких деталей. Такие детали присутствуют в любой отрасли машиностроения, но особенно в авиационной промышленности.

Под базой для отдельных деталей понимается совокупность поверхностей или отверстия (ось) и т. п., которые принадлежат детали и используются для базирования. Определение состава сборочных баз означает определение перечня баз всех деталей, используемых в процессе сборки. Источником исходных данных для определения базы и состава сборочных баз служит электронный макет (ЭМ) изделия. ЭМ изделия построен в системе CAD/CAM/CAE. Современным методом проектирования ЭМ изделия является метод моделирования с помощью инструментальных средств Unigraphics NX.

По ЭМу изделия мы можем определить все параметры деталей, которые применяются в процессе выбора баз и состава баз деталей [2]:

- геометрические характеристики: форма и размеры, допуски, площади поверхностей, объёмы деталей, радиусы инерции и т.д.;
- массовые характеристики: масса и плотность, моменты инерции;
- условия сопряжения деталей в сборке: ассоциативные связи между отдельными элементами компонентов сборки, определяющие способ их взаимного расположения;
- прочие параметры: идентификационные номера (ID) компонентов сборки и элементов деталей, имена компонентов сборки, переменные параметризованной геометрии и др.

В качестве примера определения состава сборочных баз рассмотрим лонжерон (рис. 1), который состоит из фитинга, пояса, стенки и нескольких стоек [1]. При сборке лонжерона возможны различные составы сборочных баз (рис. 2):

- При базировании фитинга:
 - по отверстиям под стыковые болты (ОСБ) и сборочным отверстиям (СО);
 - по отверстиям под стыковые болты (ОСБ) и поверхности пояса (ПД).
- При базировании пояса:
 - по сборочным отверстиям (СО);
 - по опоре приспособления (ОП) и поверхности фитинга (ПД);
- При базировании стенки:
 - по сборочным отверстиям (СО);
 - по установочным базовым отверстиям (УБО);
 - по опорам приспособления (ОП) и поверхности пояса (ПД);

- При базировании стойки:
 - по сборочным отверстиям (СО);
 - по опорам приспособления (ОП) и поверхности пояса (ПД).

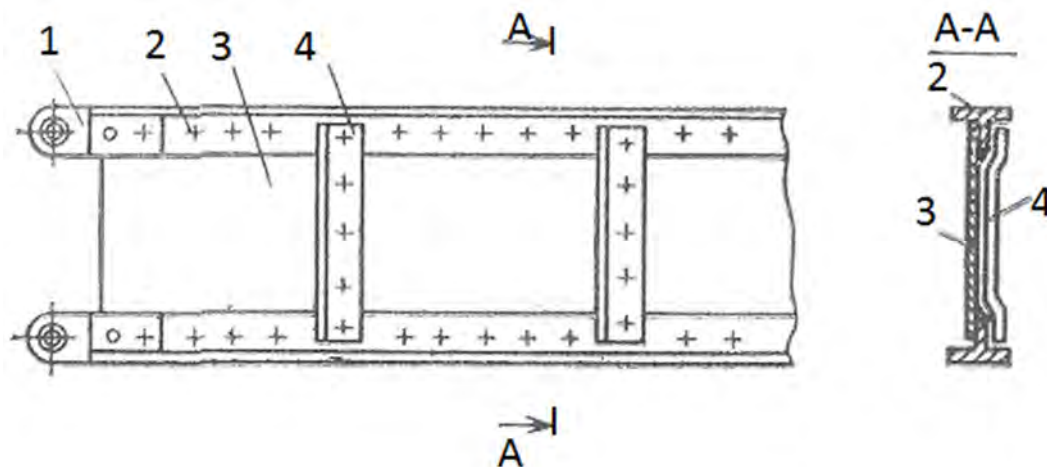


Рис. 1. Лонжерон

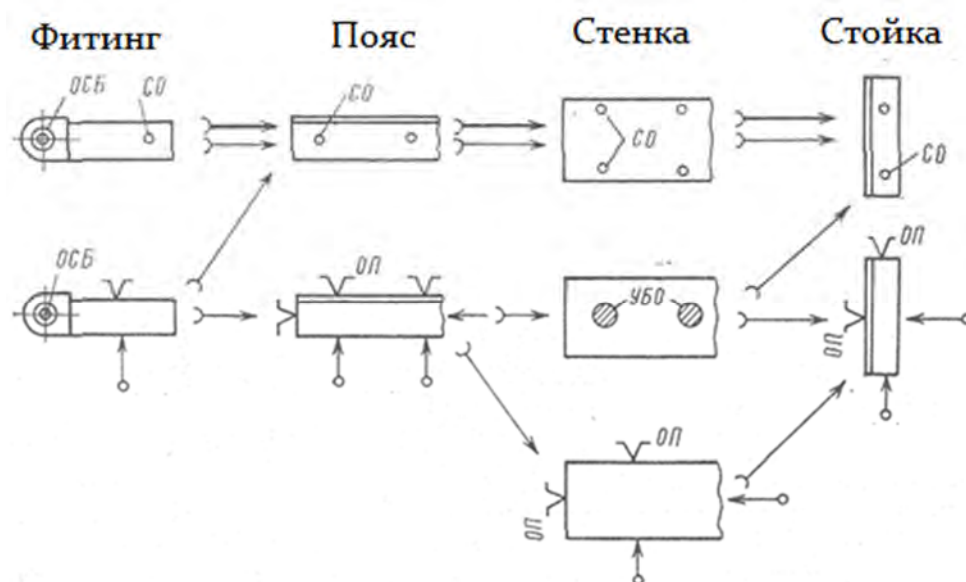


Рис. 2. Возможные варианты базирования элементов лонжерона

После определения возможных вариантов состава баз производится выбор схемы базирования для конкретного технологического процесса, и выбрать оптимальные методы базирования для каждой детали и сборочной единицы, определить состав баз и установить последовательность установки их в сборочное положение.

Традиционно выбор состав сборочных баз основывается на анализе типовых технологических процессах, которые концентрируют опыт технолога. Таким образом, качество принятия решений зависит от опыта технолога. Эти методы слабо формализованы, удобнее для человека, но неудобны для автоматизированного проектирования [3].

Для устранения описанных выше недостатков и оптимизации процесса определения сборочных баз необходимо разработать формализованный метод их выбора при

автоматизированной сборке маложестких деталей и задание схемы базирования на основе анализа различных вариантов сборки.

Метод выбора баз и состава сборочных баз зависят от множества факторов, важными из которых являются:

- структуры и формы деталей и изделия;
- жёсткости конструкции деталей и изделия;
- требований к точности собираемого узла;
- опорного метода базирования и принятой последовательности сборки;
- область рабочей зоны выполнения операций сборки и соединения.

Наиболее критичным параметром формы и структуры изделия, при выборе сборочных баз является значение кривизны. В конструкции планера могут быть использованы панели одинарной, двойной, знакопеременной кривизны, а так же нулевой кривизны (плоские). Панели одинарной кривизны (в частности цилиндрические) допускают достаточно простые средства увязки (например сверление СО, которые можно произвести по шаблону), либо использование станков с ЧПУ (сверление СО возможно при обработке поверхности на станке с ЧПУ). Наличие на панелях поверхностей двойной либо знакопеременной кривизны требует сложных средств увязки СО, что ведет к увеличению стоимости средств технологического оснащения процесса сборки. Поэтому для деталей с разными значениями кривизны применяются разные составы баз.

Жесткость базирующих элементов оказывает существенное влияние на состав сборочных баз. Метод сборки и количество сборочных баз зависят от жесткости элементов конструкции. В процессе сборки все элементы конструкции сборочной единицы рассматриваются как твердые тела. Это допущение основано на том, что элементы конструкции рассматриваются только в фиксированных состояниях на определенных этапах сборки изделия. Однако при этом необходимо обеспечить заданную точность формы всех элементов конструкции. Для обеспечения заданной точности необходимо применять достаточное число баз. Деформация элементов конструкции зависит от абсолютной жесткости элемента конструкции, поэтому количественный состав сборочных баз зависит от жесткости базирующих элементов.

Метод сборки изделия определяется преобладающим способом базирования деталей при установке их в сборочное положение при сборке. Способы базирования деталей при сборке оказывают существенное влияние на состав и качество средств обеспечения точности изготовления и увязки размеров и форм деталей, поступающих на сборку, и изделий, получаемых в результате сборки. Метод сборки кроме того влияет на последовательность установки деталей в сборочное положение. Таким образом, состав сборочных баз при различных способах базирования и методах сборки имеют существенные различия.

Метод базирования зависит от точности узла при сборке, поэтому состав сборочных баз так же зависит от точности.

Структура геометрических свойств соединяемых элементов в сборочном положении определяет область рабочей зоны выполнения операций сборки и соединения. Характер рабочей зоны, в зависимости от состава ограничений по условиям подхода и функционирования средств оснащения, определяет структурный и размерный ряд возможных элементов технологической системы, необходимых для реализации операций соединения.

Для решения проблемы выбора сборочных баз при автоматизированной сборке маложестких деталей, с учётом существующих формализованных методов и возможностей современных САПР и АСТПП, требуется решить следующие задачи:

- анализ параметры деталей по Эму;
- определение возможности состава сборочных баз и метода базирования;
- разработка математической модели состава баз сборочной единицы на основе представления деталей и узлов в виде образца изделия;
- определить формальные критерии выбора состава сборочных баз на основе анализа вариантов сборки (отсечение вариантов по ограничениям графа сопряжения).

Решение поставленных задач позволяет выполнить выбор сборочных баз конструкций изделия при минимальном участии технолога, что позволяет сократить цикл технологических подготовительных производств и повышение качества проектных решений.

Библиографический список

1. Григорьев В.П. Приспособления для сборки узлов и агрегатов самолетов и вертолетов: учеб, пособие для авиац. специальностей вузов / В.П. Григорьев, Ш.Ф. Ганиханов. - М.: Машиностроение, 1977. - 138 с.
2. Ахатов Р.Х. Формализация анализа и выбора сборочных баз конструкции изделия с применением интегрированной системы управления данными об изделии / Р.Х. Ахатов, К.А. Однокурцев // Научный вестник Норильского индустриального института. - 2007. - № 1. - С. 31-36.
3. Ахатов, Р. Х. Автоматизация проектно-конструкторских работ и технологической подготовки производства: учеб, пособие / Р. Х. Ахатов. Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2007.

ОСНАСТКА ДЛЯ ЛИТЬЯ ТОНКОСТЕННЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ ПАНЕЛЕЙ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Ю.Ф. Огнев., О.Ш. Бердиев, Ю.П. Денисенко E-mail: yuoognev@yandex.ru

Филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Дальневосточный федеральный университет» в г. Арсеньеве

В статье описаны особенности изготовления и применения технологической оснастки для изготовления из алюминиевого сплава литых тонкостенных крупногабаритных оребренных панелей открытого и замкнутого типа для беспилотных летательных аппаратов, которые правились и калибровались с применением интенсифицированного процесса импульсного нагружения с использованием энергии заряда бризантного взрывчатого вещества по пяти изобретениям.

В нескольких типах выпускавшихся беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) применялись литые алюминиевые тонкостенные оребренные панели в конструкции фюзеляжа, крыльевых плоскостей, хвостового оперения, т.е. разнообразных панелей открытого и замкнутого типов.

В технологических процессах производства использовалось стандартное оборудование, за исключением этапа формирования отливки, когда применялось специализированное оборудование. На этом этапе, а также на этапах изготовления песчаных элементов литейной формы, термомеханической и интенсифицированном процессе импульсной обработки применялся комплекс специализированной технологической оснастки, приспособлений и инструмента.

Этап формирования отливки (процесс литья выжиманием) представляет по существу разновидность литья в кокиль. Существует несколько схем формирования отливки при литье выжиманием, отличающихся характером перемещения полуформ и их ориентацией в пространстве. В производственной практике получили распространение две схемы сближения полуформ:

- 1) угловое (расположение плоскости разъёма близкое к вертикальному);
- 2) плоскопараллельное (главная плоскость разъёма вертикальна).

Схема углового сближения полуформ применяется преимущественно для литья заготовок панельного типа, вторая – для литья заготовок типа оболочек (в случае одновременного перемещения обеих полуформ).

Установки для литья выжиманием – это гидрофицированные кокильные станки: с одной перемещаемой по заданной программе траверсой – для литья открытых крыльевых панелей, с двумя синхронно перемещаемыми по программе траверсами – для литья элементов оболочек фюзеляжа.

В системе литейно-выжимной установки – для металлической формы (кокиля) следует отметить особенность, накладывающую специфическое условие формирования отливки выжиманием на конструктивное устройство установки и формы.

Наличие жидкого расплава в зоне вертикального разъёма полуформы при формировании отливки исключает возможность размещения на полуформах в зоне их разъёма элементов взаимного координирования. Это усложняется тем, что линейные размеры полуформ в процессе их нагрева до температуры 200–300 °С встроенными в них нагревателями значительно меняются (до 3–4 мм), причем из-за различных условий теплоотдачи от полуформ в пространство, к траверсам установки и к основанию литейной формы наблюдается неравномерность изменения линейных размеров. Поэтому требуемая точность взаимного координирования полуформ на завершающем этапе сближения может быть

обеспечена за счет базирования на траверсах литейно-выжимной установки и точности кинематического направления траверс относительно станины установки.

В целях предотвращения передачи деформации при нагреве полуформ на рабочие, формирующие собственно литую заготовку, поверхности полуформы для литья оболочковых заготовок выполнены в виде блоков, представляющих каждый корпусную деталь-обойму, в полуцилиндрическую внутреннюю расточку которой встроен пакет вставок. Он координируется в осевой плоскости по соединению типа паз-шпонка и свободно поджимается со стороны плоскости разъема с помощью накладок. Пакет вставок с формирующей отливку рабочей поверхностью при его нагреве от встроенных в окна обойм нагревателей находится в условиях, близких к изотермическим, не приводящим к заметным искажениям контура поверхности. Чтобы избежать неравномерности деформаций при нагреве, вдоль по высоте пакет вставок выполнен сборным с втулочно-штыревым взаимным координированием входящих в его состав секций. Секционирование пакета вставок позволяет одновременно решить вопрос технологической вентиляции полости формы в процессе формирования отливки [1]. Такая конструкция полуформ, а также приём координации обойм полуформ на траверсах литейно-выжимной установки в осевой плоскости, являющейся плоскостью тепловой нейтралы, от которой идет изменение размеров формы при нагреве, обеспечивают требуемую точность взаимной ориентации контуров рабочей поверхности полуформ при формировании отливки.

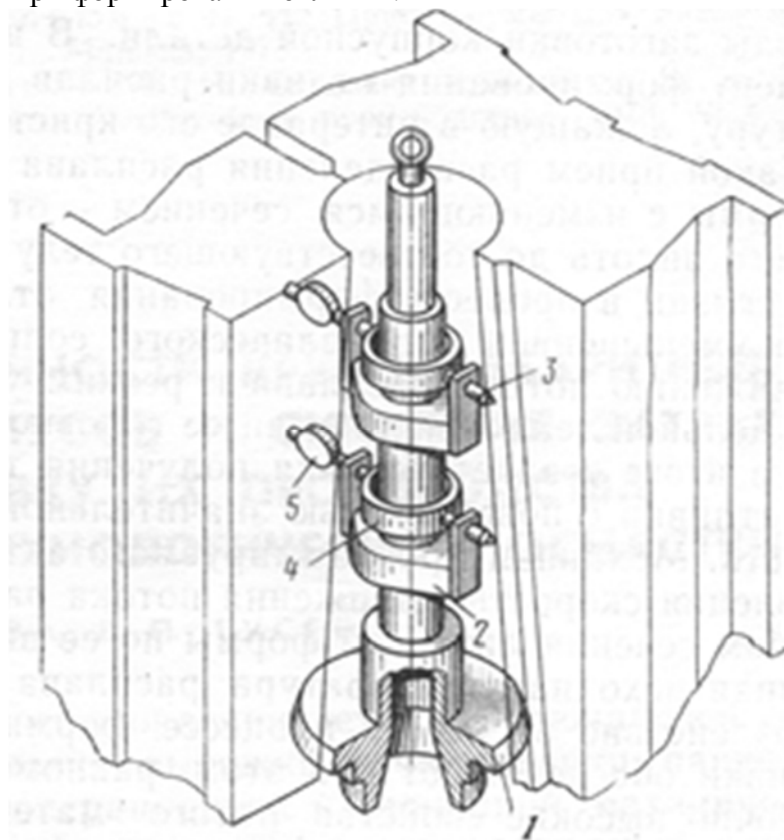


Рис. 1. Приспособление для контроля положения полуформ:
1—оправка (базовый каркас); 2 — основание блока индикации; 3 —
наконечник измерительный; 4 — механизм передаточный; 5 — индикатор (часового
типа)

Положение контура рабочей поверхности каждой полуформы выверяется относительно штыря основания металлической формы, на который устанавливается

песчаный стержень, формирующий внутреннюю поверхность отливки. Центрирующий штырь имеет возможность некоторого регулируемого наклона, что позволяет с высокой точностью совмещать его ось с осью расточки рабочей поверхности. Контроль точности выставки полуформ между собой и относительно центрирующего штыря, осуществляется с помощью специальных контрольно-индикаторных устройств, устанавливаемых на опорных шейках центрирующего штыря.

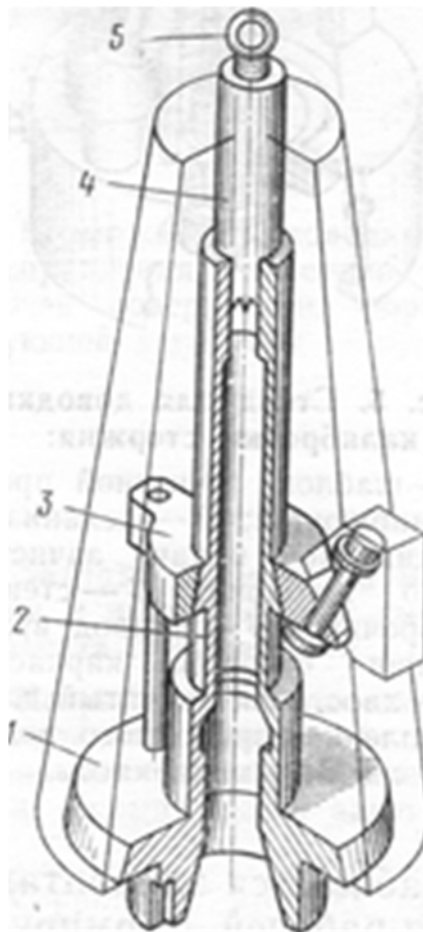


Рис. 2. Каркас базовый:

1 — основание; 2 — труба; 3 — кронштейн быстросъемный для крепления выступающих стержней-секций; 4 — хвостовик с зубчатой полумуфтой; 5 — рым-болт

Основание формы для литья оболочковых заготовок предпочтительно с развитой опорной под полуформы поверхностью, т.к. такая конструкция обеспечивает предохранение базовой поверхности станины установки от износа и позволяет продлить срок службы формы за счет возможности многократных ремонтных доработок опорной поверхности формы.

В случае литья заготовок, преимущественно не подвергаемых в последующем термообработке, по контуру рабочей поверхности в полуформах выполняют элементы, формирующие в отливке зигзагообразные переходы от тела заготовки к развитому плоскому полотну литниково-питающей системы (облою), получаемой в плоскости разъема полуформ, а также в зоне формируемого на основании литейной формы конусообразного металлоприёмного остатка. Это позволяет упруго ослабить связь тонкостенного полотна литой заготовки с литниково-питающей системой в процессе охлаждения отливки (в литейной форме, а затем и на воздухе) и тем самым избежать деформирующего, снижающего

геометрическую точность заготовки, воздействия свободно усаживающейся литниковой системы на затрудненно усаживающуюся на стержне собственно литейную заготовку.

Одной из особенностей в технологическом оснащении процесса литья оболочковых заготовок, существенно повышающей точность изготовления отливки, является наличие базового каркаса, на котором изготавливается песчаный стержень литейной формы, и производится его межоперационная транспортировка. Каркас выполняет роль не подвергаемого разрушениям и деформациям знака стержня, обеспечивая максимальную точность осевого базирования стержня на центрирующем штыре основания металлической формы и в оснастке для формирования стержня.

В целях обеспечения повышенной точности стенки полотна литой заготовки путем компенсации комплексных погрешностей обводов стержня при его формовке в секционном разборном стержневом ящике или в процессе сборки из отдельных, изготавливаемых заранее стержней-секций, применяется операция зачистки – калибровки поверхности стержня на специальном устройстве для активного контроля обводов готового стержня зачистным профильным шаблоном.

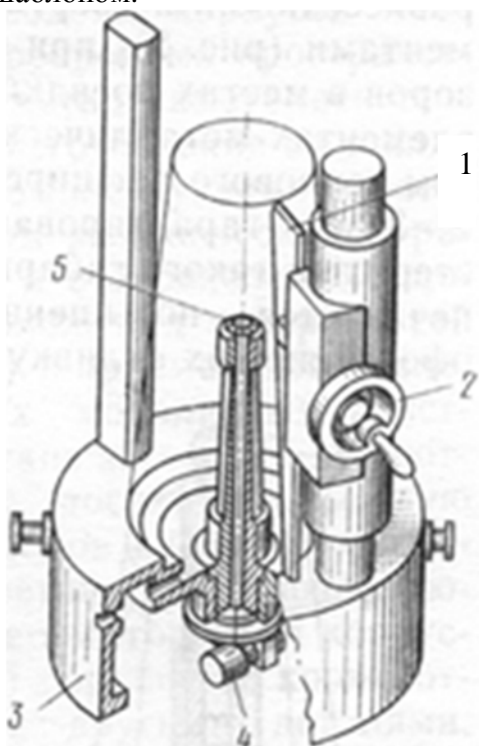


Рис. 3. Стенд для доводки- калибровки стержня:

1 — шаблон зачистной профилирующий; 2 — механизм радиальной подачи зачистного шаблона; 3— стенд сборочный; 4 — привод вращения базового каркаса; 5 — хвостовик зубчатый для сцепления приводного вала с базовым каркасом

При повышенных требованиях к точности обводов внешней поверхности литой заготовки оболочкового типа партия заготовок после отделения каждой от периферийного технологического облоя, связывающего заготовку с литниково-питающей системой, подвергается стабилизирующей размеры заготовки термомеханической обработке в термоштампе (рисунок 1). Термоштамп представляет собой толстостенный чугунный сосуд с рабочей, эталонной по геометрии полостью, в которую помещается литая заготовка; при совместном нагреве термоштампа и заготовки до определенной температуры за счет разницы

в коэффициентах линейного расширения составляющих их материалов происходят обжим и исправляющая неточность геометрии пластическая деформация литой заготовки.



Рис. 4. Термоштамп для рихтовки замкнутых панелей (оболочек)

Заготовки панельного типа подвергаются размерной правке (калибровке-рихтовке) традиционной или с использованием интенсифицированного процесса импульсного нагружения в специальном устройстве, которое представляет собой пакет стальных плит, верхняя из которых имеет формообразующую эталонную полость, обеспечивающую герметизацию по периметру помещаемой в нее заготовки (рисунок 2). При взрыве заряда взрывчатого вещества (БВВ) в гидросреде над верхней плитой устройства, в которую предварительно помещен комплект панелей (левой и правой), происходит рихтовка литых заготовок [1-5].

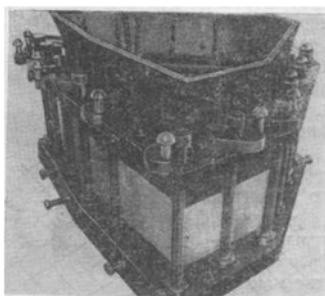


Рис.5. Устройство для рихтовки открытых панелей взрывом

Как и любой новый технологический процесс, литье выжиманием для своей реализации в конкретных заводских условиях требует на первом этапе достаточно больших затрат на приобретение специализированного оборудования и его оснащения технологической оснасткой. Относительно высокая трудоемкость изготовления ряда, главным образом, крупногабаритных деталей, входящих в состав оснастки, определила конструктивное выполнение оснастки по принципу агрегатного построения и внутриузловой унификации, при этом были выделены формообразующие конкретную литую заготовку элементы в отдельные, быстросъемные группы с более простой технологией изготовления, доступной практически любому предприятию.

Следующий после первого этап запуска заготовок в производство требует уже минимальных затрат и связан с изготовлением пакета вставок с фасонной рабочей поверхностью для формирования внешней поверхности конкретной заготовки, комплекта стержневых ящиков для изготовления песчаных элементов, оформляющих внутреннюю поверхность заготовки, набора контрольных, зачистных и сборочных шаблонов, а также термоштампа для термомеханической обработки конкретной заготовки.

Быстросменность формообразующих элементов металлической формы и простота переналадки остальной оснастки позволяют повысить коэффициент загрузки основного технологического оборудования и дополнительно обеспечить рентабельность производства заготовок при серийном выпуске.

Библиографический список

1. Устройство для обработки металлов давлением: Авторское свидетельство СССР на изобретение №698221, М.Кл.² В21 D 26/06, УДК 621.98.044 (088.8). Бердиев О.Ш., Яцуценко В.А.

2. Устройство для штамповки импульсными нагрузками: Авторское свидетельство СССР на изобретение №445701, М.Кл.² В 21 D 26/08, УДК 621.983.044 (088.8). Бердиев О.Ш., Подгорный С.И.

3. Устройство для импульсной штамповки: Авторское свидетельство на изобретение СССР №611351, М.Кл.² В21 D 26/08, УДК 621.7.044.2 (088.8). Бердиев О.Ш.

4. Взрывной патрон: Авторское свидетельство на изобретение СССР №797126, М.Кл.³ В21D26/08, УДК 621.7.044.2 (088.8). Молодых С.И., Сабакаръ А.И., Кириченко Л.Р., Бердиев О.Ш.

5. Устройство для импульсной штамповки крупногабаритных деталей: Авторское свидетельство СССР на изобретение №743267, М.Кл.² В21 Д 26/08, УДК 621.7.044.2 (088.8). Савченко Н.Ф., Турчин С.П., Суровцев Н.И., Бердиев О.Ш., Гончаров Н.Н.

УДК 629.015

АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ БЕСКОНТАКТНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА С ДВУМЯ ВХОДАМИ

В.М. Попов e-mail: povlamix@mail.ru

Одно из перспективных направлений проектирования адаптивных систем связано с развитием методов модального управления, позволяющих формировать цепи обратных связей из условия заданного распределения нулей и полюсов передаточных функций замкнутой автоматической системы. При таком подходе можно существенно упростить структуру и алгоритмическое обеспечение адаптивного управления бесконтактным двигателем постоянного тока (БДПТ).

Ключевые слова: алгоритмы адаптивного управления, методы модального управления, бесконтактный двигатель постоянного тока.

При различных высотах и скоростях полета на рулевые поверхности, в частности на руль высоты, воздействуют различные моменты сопротивления, которые изменяют параметры бесконтактного двигателя постоянного тока (БДПТ), ухудшающие показатели качества переходных процессов. Стоит задача синтезировать такой закон управления (ЗУ), чтобы параметры объекта управления (ОУ) совпали с параметрами эталонной модели (ЭМ). В этом случае ОУ приобретает желаемые показатели качества переходных процессов, задаваемые ЭМ. Структурная схема адаптивного управления БДПТ представлена на рис. 1.

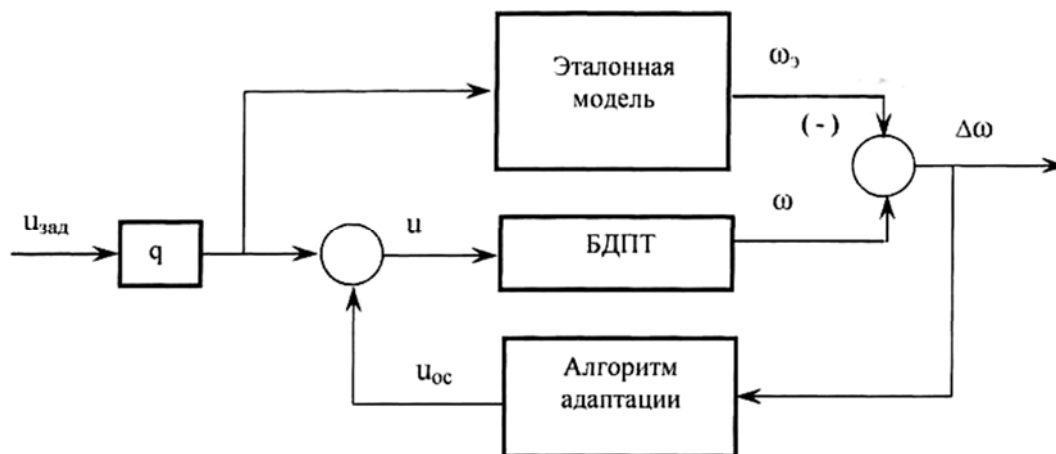


Рис. 1. Структурная схема управления бесконтактным двигателем постоянного тока

С этой целью воспользуемся методикой синтеза алгоритма управления, изложенной в [1].

Линейная математическая модель БДПТ, согласно [2], имеет вид:

$$\begin{aligned} \frac{di}{dt} &= ai + c\omega + du, \\ \frac{d\omega}{dt} &= ei + hM_c, \end{aligned} \quad (1)$$

в которой коэффициенты a , c , d , e , h были получены в результате идентификации методом наименьших квадратов (МНК) при натуральных испытаниях: $a = -1431,1$; $c = -367,8$; $e = 363,2$; $d = 6811,1$; $h = -6317$.

Выходной сигнал БДПТ при $M_c = 0$ имеет вид:

$$\omega(p) = W_{\omega}^u(p) \cdot U(p) = \frac{k_p B(p)}{A(p)} U(p) = \frac{k_p(p + b_0)}{p^2 + a_1 p + a_0} U(p), \quad (2)$$

где $\omega(p)$ - угловая частота вращения БДПТ; $U(p)$ - управляющее напряжение;

$$a_1 = -a; \quad a_0 = -ec; \quad k_p = \frac{ed}{b_0}; \quad b_0 = 2500. \quad (3)$$

Разделим числитель и знаменатель передаточной функции выходного сигнала (2) на устойчивый полином $\beta(p) = p + \beta_0$, где $\beta_0 = 2000$

$$\omega(p) \left[p + \tilde{a}_1 + \frac{\tilde{a}_0}{p + \beta_0} \right] = \left[k_p + \frac{\tilde{b}_0}{p + \beta_0} \right] U(p), \quad (4)$$

где $\tilde{a}_1, \tilde{a}_0, \tilde{b}_0$ - коэффициенты, полученные при делении полиномов $A(p), B(p)$ на полином $\beta(p)$

$$\tilde{a}_1 = a_1 - \beta_0;$$

$$\tilde{a}_0 = a_0 - \beta_0(a_1 - \beta_0);$$

$$\tilde{b}_0 = k_p(b_0 - \beta_0).$$

Найдем численные значения коэффициентов $\tilde{a}_1, \tilde{a}_0, \tilde{b}_0, k_p$

$$\tilde{a}_1 = -568,9; \quad \tilde{a}_0 = 1271384,96; \quad \tilde{b}_0 = 494760; \quad k_p = 989,52. \quad (5)$$

Введем новые переменные:

$$Y_0(p) = \frac{1}{\beta(p)} \omega(p); \quad V_0(p) = \frac{1}{\beta(p)} U(p). \quad (6)$$

Уравнение (4) перепишем в виде:

$$\mathcal{L}\{\omega\} = -\tilde{a}_1 \mathcal{L}\{\omega\} - \tilde{a}_0 \mathcal{L}\{Y_0\} + \tilde{b}_0 \mathcal{L}\{V_0\} + k_p \mathcal{L}\{U\};$$

$$\mathcal{L}\{Y_0\} = \mathcal{L}\{\omega\} - Y_0 \beta_0; \quad (7)$$

$$\mathcal{L}\{V_0\} = \mathcal{L}\{U\} - V_0 \beta_0.$$

Порядок полученной системы дифференциальных уравнений $3n - 2 > n$, поэтому она и называется неминимальной формой (НМФ). НМФ обладает следующими преимуществами:

- а) все состояния модели (7) непосредственно наблюдаемы;
- б) структура модели очень проста: подавляющее число дифференциальных уравнений представляет собой уравнения простейших фильтров с неизменяемыми в процессе функционирования БДПТ параметрами, что очень существенно при синтезе адаптивных систем управления;

Выходные сигналы БДПТ, представленного в НМФ и его ММ, представлены на рис. 2.

Из графика время регулирования равно $t = 0,03$ с.

Сравнивая выходные сигналы в НМФ (7) и ММ (1), убеждаемся, что они полностью совпали. А это значит, что при синтезе ЗУ можно использовать НМФ БДПТ.

Заданные показатели качества переходных процессов по времени регулирования, исходя из основных тактико-технических требований к рулевому приводу ($t < 0,006$ с), определяются эталонной моделью (ЭМ) БДПТ при отсутствии возмущающего воздействия – M_c .

Математическая модель ЭМ имеет вид:

$$\begin{aligned}\frac{di_3}{dt} &= a_3 i + c_3 \omega + d_3 u, \\ \frac{d\omega_3}{dt} &= e_3 i,\end{aligned}\tag{8}$$

где a_3, c_3, e_3, d_3 - коэффициенты ММ: $a_3 = -1431,1$; $c_3 = -367,8$; $e_3 = 1452,8$; $d_3 = 6811,1$.

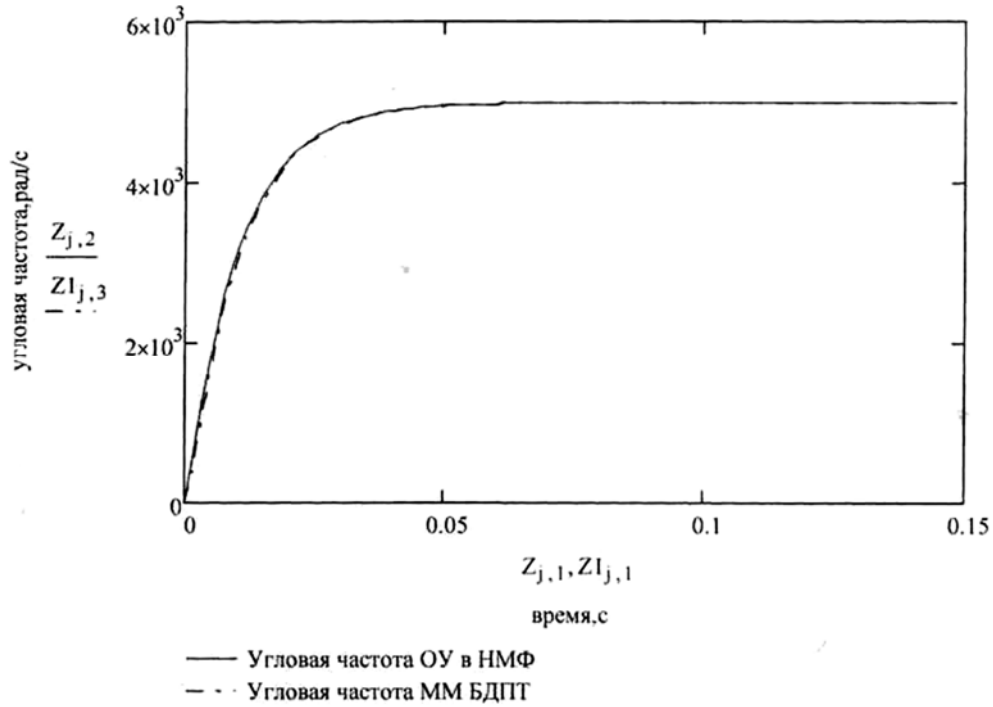


Рис. 2. Изменение угловой частоты вращения БДПТ в неминимальной форме его математической модели

Пусть передаточная функция эталонной модели равна:

$$\Phi_3(p) = \frac{\omega_3(p)}{U(p)} = \frac{k_3 \lambda(p)}{\gamma(p)} = \frac{k_3(p + \lambda_0)}{p^2 + a_{l_3} p + a_{o_3}},\tag{9}$$

где $a_{l_3} = -a_3$; $a_{o_3} = -e_3 c_3$; $k_3 = \frac{e_3 d_3}{\lambda_0}$; $\lambda_0 = 2000$.

Сигнал управления представим в следующем виде:

$$u = u_{oc} + q u_{зад},\tag{10}$$

где $u_{oc} = k_a \omega + k_b Y_0 + k_c V_0$.

Тогда изображение сигнала управления в преобразованиях Лапласа, с учетом введенных переменных (6), будет иметь вид:

$$U(p) = \left[\frac{k_a \beta(p) + k_b}{\beta(p) - k_c} \right] \omega(p) + \left[\frac{q \beta(p)}{\beta(p) - k_c} \right] U_{зад}(p).\tag{11}$$

Используя выражение (2) и формулу (11) находим выходной сигнал $\omega(p)$ замкнутой системы, который должен совпадать с желаемым $\omega_3(p)$

$$\omega(p) = \left[\frac{k_p B(p) q \beta(p)}{A(p)[\beta(p) - k_c] - k_p B(p)[k_a \beta(p) + k_b]} \right] U_{зад}(p).$$

Это условие выполняется, если параметры закона управления (10) и НМФ (7) выбрать из следующих условий:

$$1) q = \frac{k_{\omega}}{k_p}, \quad q = \frac{e_{\omega} d_{\omega} b_0}{\lambda_0 e d} = 5;$$

$$2) \beta(p) = \lambda(p);$$

3) полиномы $B(p)$ и $\beta(p)$ - устойчивы и размерность их равна $(n-1)$.

Тогда решение полиномиального уравнения

$$A(p)[\beta(p) - k_c] - k_p B(p)[k_a \beta(p) + k_b] = \gamma(p)B(p)$$

существует и единственно.

Задача синтеза ЗУ сводится к решению уравнения:

$$(p^2 + a_1 p + a_0)(p + \beta_0 - k_c) - k_p(p + b_0)[k_a(p + \beta_0) + k_b] = (p^2 + a_{1\omega} p + a_{0\omega})(p + b_0),$$

решая которое, находим коэффициенты обратной связи

$$k_a = -6,8 \cdot 10^{-7}; \quad k_b = -405; \quad k_c = -500.$$

Тогда синтезированный закон управления будет иметь вид:

$$u = k_a \omega + k_b Y_0 + k_c V_0 + q u_{зад}.$$

Выходные сигналы ОУ с синтезированным ЗУ, без ЗУ и эталонной модели представлены на рис. 3.

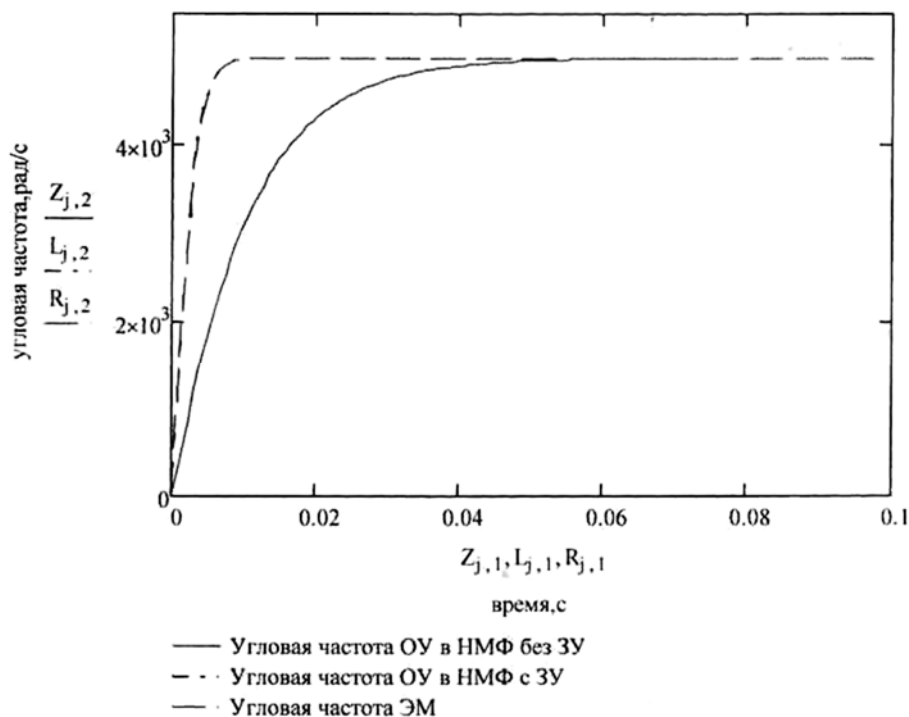


Рис. 3. Выходные сигналы объекта управления с синтезированным законом управления, без закона управления и эталонной модели

Как видно из графиков выходной сигнал с синтезированным ЗУ полностью совпал с выходным сигналом ЭМ, что подтверждает правильность синтеза закона

управления и расчета коэффициентов обратной связи. Таким образом, параметры ОУ с синтезированным ЗУ соответствуют параметрам ЭМ.

Учитывая вычисленные значения коэффициентов обратной связи и значения ω , Y_0 , V_0 в установившемся режиме, приходим к выводу, что, для того, чтобы параметры ОУ с синтезированным законом совпали с параметрами ЭМ необходимо входное напряжение БДПТ регулировать в пределах от 400 до 270 В.

Данный способ синтеза ЗУ (определение коэффициентов обратной связи) имеет существенный недостаток – необходима априорная информация о параметрах ОУ, которые из-за изменений условий полета не остаются постоянными. С этой целью предлагается для идентификации параметров ОУ применить рекуррентный алгоритм метода наименьших квадратов с использованием аналитического выражения угловой частоты вращения БДПТ для апериодического звена второго порядка.

Для оценивания вектора параметров ОУ (1) применим рекуррентный алгоритм метода наименьших квадратов для апериодического звена второго порядка

$$W_{\omega}^u(p) = \frac{k}{T_2^2 p^2 + T_1 p + 1}$$

с использованием аналитического выражения угловой частоты вращения БДПТ [3]

$$\omega(t) = k \chi(t) \left[1 - \frac{T_3}{T_3 - T_4} e^{-\frac{t}{T_3}} + \frac{T_4}{T_3 - T_4} e^{-\frac{t}{T_4}} \right],$$

$$\omega(t) = f(a),$$

где коэффициенты k , T_3 , T_4 , T_1 , T_2 связаны с параметрами ОУ следующими выражениями

$$k = d/c; \quad T_{3,4} = \frac{T_1}{2} \pm \sqrt{\frac{T_1^2}{4} - T_2^2}, \quad T_1 = \frac{a}{ec}, \quad T_2 = \frac{1}{\sqrt{ec}};$$

$$a = [a, c, d, e] - \text{оцениваемый вектор параметров.}$$

Уравнения идентифицируемого процесса и условия наблюдения записываются в виде:

$$\begin{aligned} a_{k+1} &= a_k, \\ Z_k &= f(a_k, k) - \zeta_k, \end{aligned}$$

где $Z_k = \omega(t)$ - угловая частота вращения БДПТ – измерение;

ζ_k - независимая дискретная последовательность нормальных центрированных случайных величин $\zeta \in N(0, R)$;

R – интенсивность шумов измерений.

Рекуррентный алгоритм метода наименьших квадратов:

$$a_{k+1} = a_k + K_{k+1} [Z_{k+1} - f(a_k, k)]$$

$$P_{k+1} = P_k - P_k H_{k+1}^T (H_{k+1} P_k H_{k+1}^T + R_{k+1})^{-1} H_{k+1} P_k$$

$$K_{k+1} = P_{k+1} H_{k+1}^T R_{k+1}^{-1},$$

где $H_{k+1} = \frac{\partial f(a_k, k)}{\partial a_k}$, $a^T = [a, c, d, e]$.

Для «запуска» алгоритма необходимо знать начальные значения вектора идентифицируемых параметров, используя априорные значения о параметрах ОУ, а также корреляционную матрицу ошибок оценивания.

Начальное приближение параметров ОУ и значение корреляционной матрицы ошибок оценивания P_0 задавалось равным:

$$a_0 = -1300, c_0 = -400, d_0 = 7500, e_0 = 350, \\ P_0 = \text{diag}[4000, 1000, 500000, 200]$$

Параметры случайных шумов принимались равными:

$$\sigma_\omega = 50 \text{ об / мин.}$$

Точные значения параметров ОУ равны:

$$a = -1431,1; \quad c = -367,8; \quad d = 6811,1; \quad e = 363,2.$$

Проведенное моделирование показало, что погрешность оценок идентифицируемых параметров ОУ составляет 1-2% от их истинных значений. Время оценивания составляет 0,003 с.

Как уже было отмечено выше, при различных высотах и скоростях полета на рулевые поверхности воздействуют различные моменты сопротивления, которые влияют на установившееся значение угловой скорости вращения двигателя. Синтезируем такой закон управления, чтобы скомпенсировать данное возмущение.

Пусть выходной сигнал бесконтактного двигателя постоянного тока (БДПТ) с двумя входами имеет вид:

$$\omega(p) = W_\omega^u(p) \cdot U(p) + W_\omega^{M_c}(p) \cdot M_c(p), \quad (8)$$

где $M_c(p)$ - момент сопротивления;

$U(p)$ - управляющее напряжение;

$$W_\omega^u(p) = \frac{k_p B(p)}{A(p)} = \frac{k_p(p + b_0)}{p^2 + a_1 p + a_0}; \quad W_\omega^{M_c}(p) = \frac{c_k S(p)}{A(p)} = \frac{c_k(p + s_0)}{p^2 + a_1 p + a_0} \quad (9)$$

Используя методику приведения ММ БДПТ к неминимальной форме, уравнение (1) представим в виде:

$$\begin{aligned} \dot{\mathbf{x}} &= -\tilde{a}_1 \omega - \tilde{a}_0 Y_0 + \tilde{b}_0 V_0 + \tilde{s}_0 G_0 + k_p U + c_k M_c; \\ \dot{Y}_0 &= \omega - Y_0 \beta_0; \\ \dot{V}_0 &= U - V_0 \beta_0; \\ \dot{G}_0 &= M_c - G_0 \beta_0, \end{aligned} \quad (10)$$

где $\tilde{a}_1, \tilde{a}_0, \tilde{b}_0, \tilde{s}_0$ - коэффициенты, полученные при делении полиномов $A(p), B(p), S(p)$ на полином $b(p)$

$$\tilde{a}_1 = a_1 - \beta_0, \quad \tilde{a}_0 = a_0 - \beta_0(a_1 - \beta_0), \quad \tilde{b}_0 = k_p(b_0 - \beta_0), \quad \tilde{s}_0 = c_k(a_1 - \beta_0).$$

Найдем численные значения коэффициентов $\tilde{a}_1, \tilde{a}_0, \tilde{b}_0, \tilde{s}_0, k_p, c_k$

$$\tilde{a}_1 = -568,9; \quad \tilde{a}_0 = 1271384,96; \quad \tilde{b}_0 = 494760; \quad k_p = 989,52; \quad \tilde{s}_0 = 3593741,3; \\ c_k = -6317.$$

Выходные сигналы БДПТ, представленного в НМФ (10) и его ММ (1), при воздействии $M_c = 5$ Н м, представлены на рис. 4.

Сигналы ОУ в НМФ и ММ при воздействии M_c совпали. Следовательно, НМФ ОУ можно использовать при синтезе ЗУ для компенсации возмущения.

Сигнал управления представим в следующем виде:

$$u = u_{oc} + q u_{зад} + c_p M_c, \quad (11)$$

$$\text{где } u_{oc} = k_a \omega + k_b Y_0 + k_c V_0 + k_d G_0,$$

Тогда изображение сигнала управления в преобразованиях Лапласа, с учетом введенных переменных, будет иметь вид:

$$U(p) = \left[\frac{k_a \beta(p) + k_b}{\beta(p) - k_c} \right] \omega(p) + \left[\frac{q\beta(p)}{\beta(p) - k_c} \right] U_{\text{зад}}(p) + \left[\frac{k_d + c_p \beta(p)}{\beta(p) - k_c} \right] M_c(p). \quad (12)$$

Используя выражение (8) и формулу (11) находим выходной сигнал $\omega(p)$ замкнутой системы, который должен совпадать с желаемым $\omega_3(p)$, а возмущение M_c компенсируется

$$\omega(p) = \left[\frac{k_p B(p) q \beta(p)}{A(p) [\beta(p) - k_c] - k_p B(p) [k_a \beta(p) + k_b]} \right] U_{\text{зад}}(p) + \left[\frac{k_p B(p) [c_p \beta(p) + k_d] + c_k S(p) [\beta(p) - k_c]}{A(p) [\beta(p) - k_c] - k_p B(p) [k_a \beta(p) + k_b]} \right] M_c(p). \quad (13)$$

Это условие выполняется, если параметры закона управления (11) и НМФ (10) выбрать из следующих условий:

- 1) $q = \frac{k_a}{k_p}$; 2) $\beta(p) = \lambda(p)$; 3) $c_p = -\frac{c_k}{k_p}$;
- 4) полиномы $B(p)$ и $\beta(p)$ - устойчивы и размерность их равна $(n-1)$.

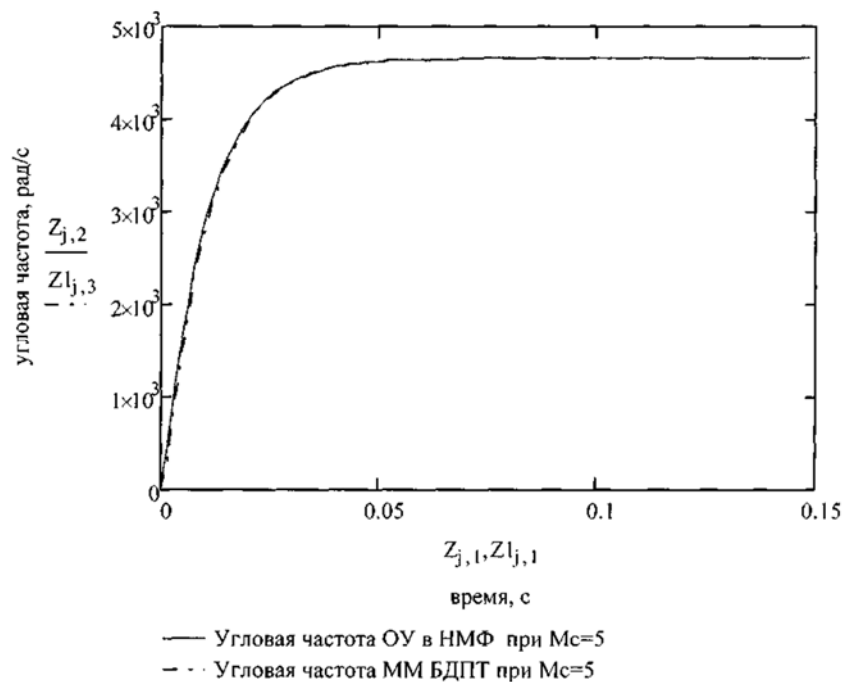


Рис. 4. Изменение угловой частоты вращения БДПТ в неминимальной форме и его математической модели с моментом сопротивления

Тогда решение полиномиальных уравнений

$$\begin{aligned} A(p) [\beta(p) - k_c] - k_p B(p) [k_a \beta(p) + k_b] &= \gamma(p) B(p) \\ k_p B(p) [c_p \beta(p) + k_d] + c_k S(p) [\beta(p) - k_c] &= 0 \end{aligned} \quad (14)$$

существует и единственно.

Задача синтеза ЗУ при компенсации возмущения разрешима и сводится к решению уравнений:

$$(p^2 + a_1 p + a_0)(p + \beta_0 - k_c) - k_p(p + b_0)[k_a(p + \beta_0) + k_b] = (p^2 + a_{1э} p + a_{0э})(p + b_0),$$

$$k_p(p + b_0)[c_p(p + \beta_0) + k_d] + c_k(p + a_1)(p + \beta_0 - k_c) = 0,$$

решая которые, находим коэффициенты обратной связи

$$k_a = -6,8 \cdot 10^{-7}; k_b = -405; k_c = -500; k_d = -3704,24; c_p = 6,4.$$

Тогда синтезированный закон управления будет иметь вид:

$$u = k_a \omega + k_b Y_0 + k_c V_0 + k_d G_0 + q u_{зад} + c_p M_c.$$

Выходные сигналы БДПТ с синтезированным ЗУ при воздействии возмущающего момента, без ЗУ и ЭМ представлены на рис. 5.

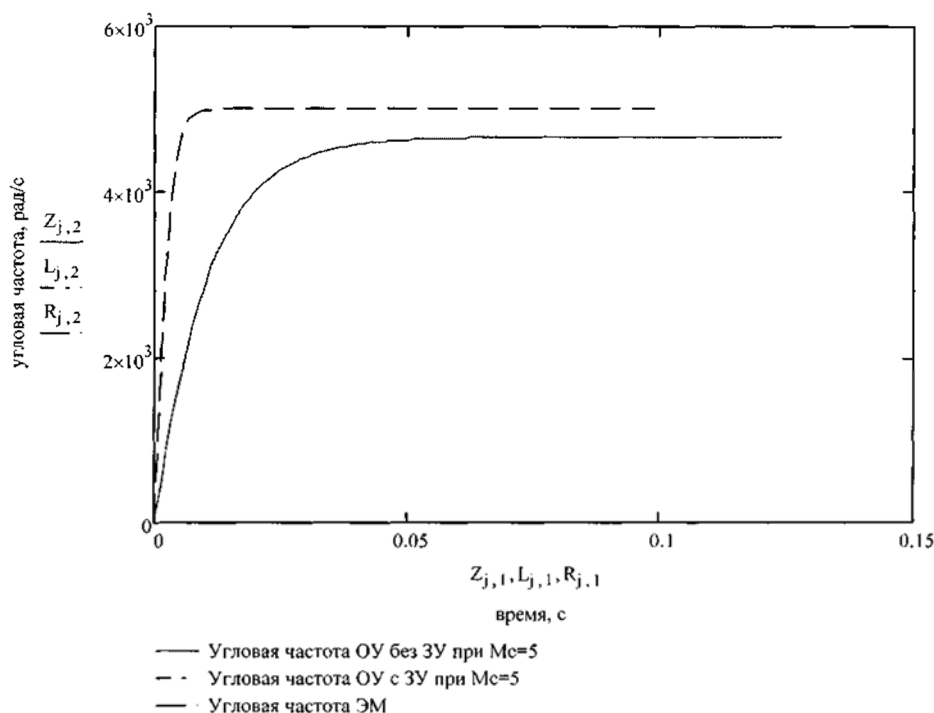


Рис. 5. Выходные сигналы БДПТ при воздействии возмущающего момента с законом управления, без закона управления и выходной сигнал эталонной модели

Из анализа рис. 5 видно, что выходной сигнал БДПТ с синтезированным ЗУ при воздействии возмущающего момента и ЭМ совпадают. Показатели качества переходных процессов этих сигналов отвечают заданным требованиям в отличие от выходного сигнала БДПТ без компенсации возмущающего воздействия. Это свидетельствует о том, что коэффициенты ЗУ рассчитаны правильно.

Библиографический список

1. Попов В.М., Решетняк Е.П. Субоптимальная адаптивная система управления с эталонной моделью. Материалы НТК училища. – Иркутск: ИВВАИУ, 1988.
2. Кулифеев Ю.Б. Синтез алгоритма управления бесконтактным вентильным двигателем методом обратных задач динамики. НММ по электрификации летательных аппаратов. – М.:ВВИА им. проф. Жуковского, 1987.

3. Попов В.М. Адаптивное управление бесконтактным двигателем постоянного тока. Информационные системы контроля и управления в промышленности и на транспорте. Выпуск 20. - Иркутск: ИрГУПС, 2011.

СНИЖЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ СРЕДЫ НА ЗОЛОТНИК ЗАТВОРА КЛАПАНА**А.М. Долотов, Ю.И. Белоголов**

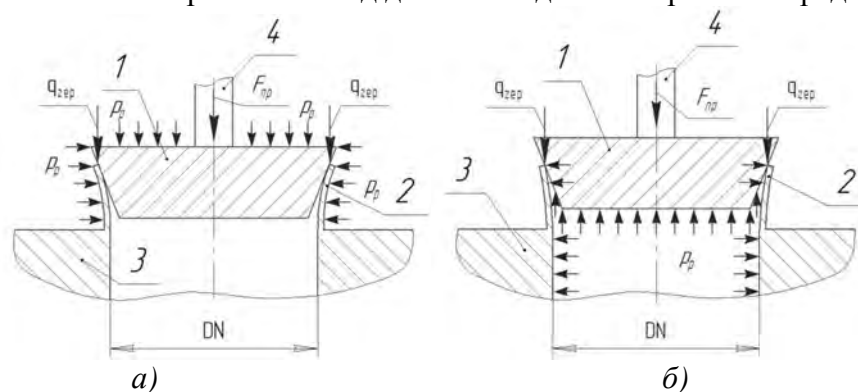
ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет путей сообщения»

Рассматриваются варианты снижения давления среды на золотник клапана путем его разгрузки от давления герметизируемой среды. Приведены конструктивные реализации поршневого, мембранного, сифонного, двухседельного способов разгрузки с применением тонкостенных оболочечных элементов. Дана предварительная оценка усилия привода, обеспечивающего герметичность соединения.

Ключевые слова: Разгрузка, клапан, герметичность, затвор, золотник, седло.

Перепады давления рабочей среды в трубопроводе ведут к изменению напряженно-деформированного состояния не только запирающего элемента, но и седла затвора (рис. 1), как за счет действия среды на седло, так и за счет изменения силы, действующей со стороны золотника на седло.

На рис. 1 показан затвор клапана под действием давления рабочей среды.

**Рис. 1. Схема затвор****1 – золотник; 2 – седло; 3 – корпус; 4 – шток**

Равнодействующую силы $F_{пр}$, обеспечивающую герметизацию соединения и компенсирующую силы давления среды на золотник клапана, можно условно разделить на две составляющие:

- 1) уравнивающую давления от герметизируемой среды p_p ;
- 2) распределенную нагрузку в уплотнительном стыке $q_{гер}$.

$$F_{пр} = q_{гер} \cdot p \cdot DN + \frac{p \cdot DN^2}{4} \cdot p_p \quad (1)$$

где $q_{гер}$ – распределенная нагрузка, Н/мм; DN – номинальный диаметр, мм; $F_{пр}$ – равнодействующая сила, Н; p_p – рабочее давление герметизируемой среды, МПа.

Одним из способов снижения давления оказываемого рабочей средой на золотник затвора является его разгрузка. В [3] дано определение уравновешенного запирающего элемента: «Запирающий элемент затвора клапана прямого действия считается

уравновешенным (полностью или частично) от одностороннего давления рабочей среды на него, если для «отрыва» его от седла приводу не требуется преодолевать усилие, являющееся следствием давлением рабочей среды на площадь поверхности запирающего элемента, равную полной площади прохода в седле затвора».

Анализ конструкций показал, что с учетом применения в уплотнительных соединениях с использованием тонкостенных оболочечных элементов, их можно разделить на четыре основные группы, в которых разгружающий элемент выполнен в виде: 1) поршня; 2) мембраны; 3) сильфона; 4) золотника.

Для разграничения неразгруженной и разгружающей части золотника, а также для указания основных параметров клапана введем следующие обозначения:

D_n – характерные размеры неразгруженной части;

D_p – характерные размеры разгружающей части;

D_u – диаметр штока;

DN – номинальный диаметр [1];

p_p – рабочее давление [1].

1) Разгружающий элемент выполнен в виде поршня, способного воспринимать изменения давления рабочей среды на золотник и компенсировать его посредством того же давления.

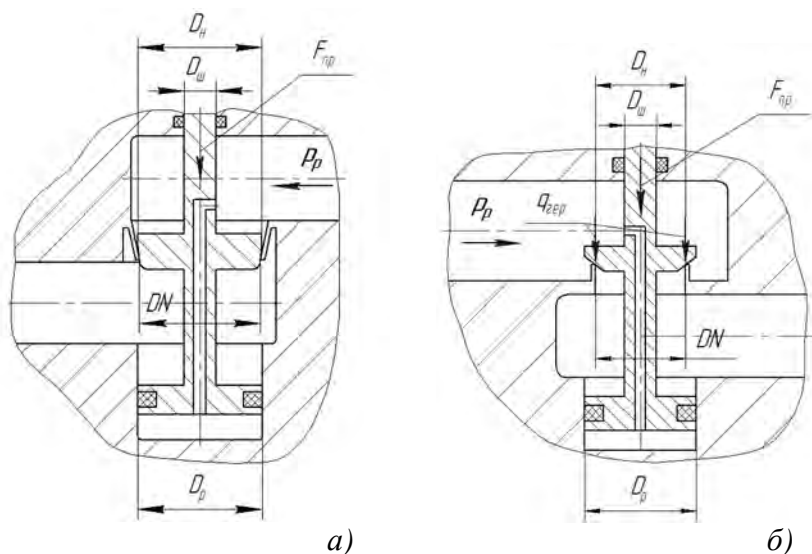


Рис. 2. Схема затвора

На рис. 2 представлен разгруженный от давления герметизируемой среды клапан. Равнодействующую силы F_{np} можно найти из выражения:

$$\text{для схемы а) рис.2} \quad F_{np} = F_3 + \left[\frac{p \cdot D_p^2}{4} - \frac{p \cdot (D_n - D_u)^2}{4} \right] \cdot p_p + F_{mp} \cdot$$

$$\text{для схемы б) рис.2} \quad F_{np} = q_{гер} \cdot p \cdot DN + \left[\frac{p \cdot D_p^2}{4} - \frac{p \cdot (D_n - D_u)^2}{4} \right] \cdot p_p + F_{mp} \cdot$$

где F_{mp} – сила трения, Н; F_3 – сила необходимая для перемещения золотника (на рис. не показана).

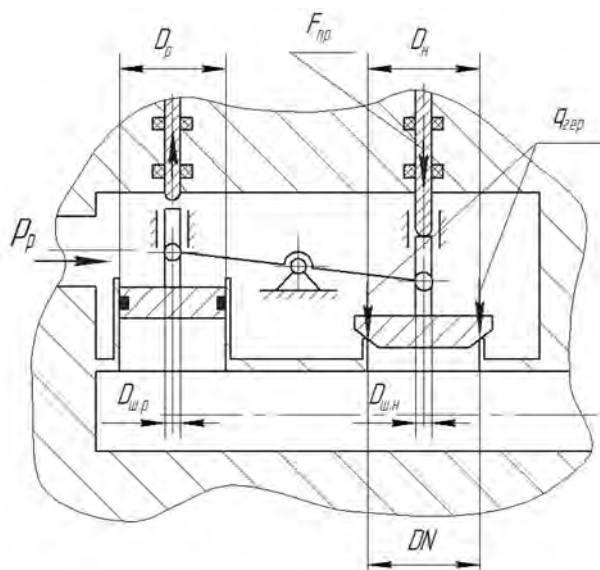


Рис. 3. Схема затвора

На рис. 3 представлена схема разгруженного от давления герметизируемой среды клапана. Равнодействующая силы F_{np} равна:

$$F_{np} = q_{зеп} \cdot p \cdot DN + \left[\frac{p \cdot (D_p - D_{ш.p})^2}{4} - \frac{p \cdot (D_n - D_{ш.n})^2}{4} \right] \cdot p_p + F_{mp} \cdot$$

где $D_{ш.p}$ – диаметр штока разгружающей части золотника;

$D_{ш.n}$ – диаметр штока неразгруженной части золотника.

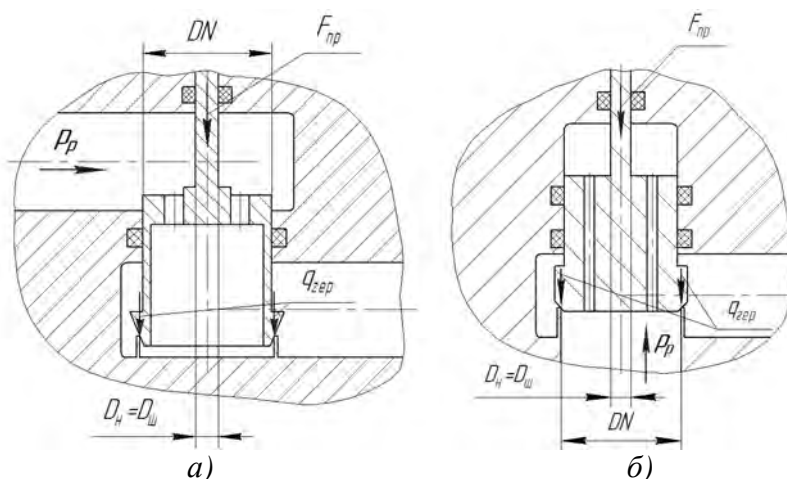


Рис. 4. Схема затвора

На рис. 4 $D_n = D_{ш}$, тогда равнодействующая силы F_{np} может быть определена из выражения:

$$F_{np} = q_{зеп} \cdot p \cdot DN + \frac{p \cdot D_n^2}{4} \cdot p_p + F_{mp}.$$

2) Разгружающий элемент выполнен в виде мембраны. Мембрана может быть выполнена в качестве запирающего элемента затвора клапана.

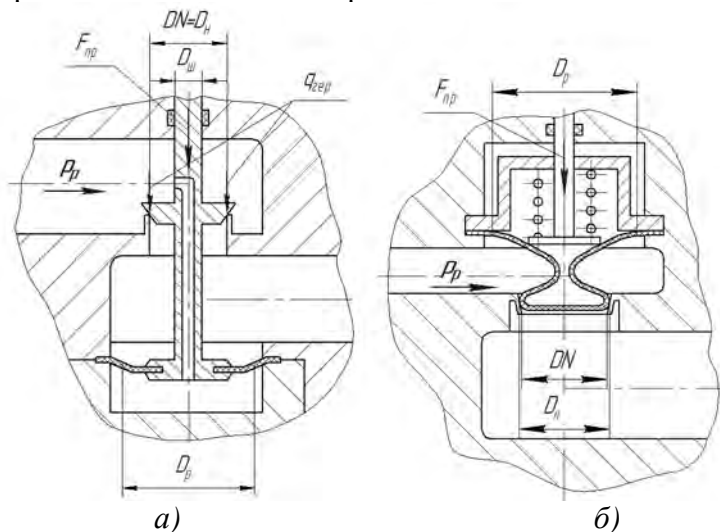


Рис. 5. Схема затвора

для схемы а) рис.5
$$F_{np} = q_{зеп} \cdot p \cdot DN + \left[\frac{p \cdot D_p^2}{4} - \frac{p \cdot (D_n - D_{ш})^2}{4} \right] \cdot p_p + F_{mp}.$$

для схемы б) рис.5
$$F_{np} = F_3 + \left[\frac{p \cdot D_p^2}{4} - \frac{p \cdot D_n^2}{4} \right] \cdot p_p + F_{mp}.$$

где F_3 – сила необходимая для перемещения золотника (на рис. не показана)

3) Разгружающий элемент выполнен в виде сиффона. Разгрузка возникает при давлении рабочей среды на площадь чувствительного элемента выполненного в виде сиффона.

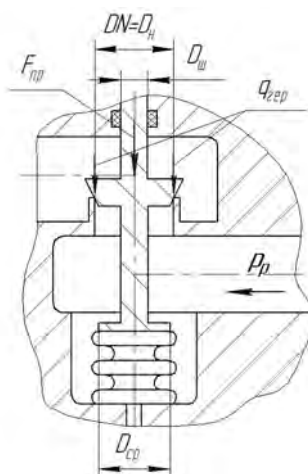


Рис. 6. Схема затвора

Для схемы, представленной на рис. 6 эффективная площадь сиффона равна:

$$S = \frac{pD_{cp}^2}{4}$$

где D_{cp} – средний диаметр сиффона.

Тогда равнодействующая силы F_{np} может быть определена:

$$F_{np} = q_{зеп} \cdot p \cdot DN + \left[\frac{p \cdot D_{cp}^2}{4} - \frac{p \cdot (D_n - D_{ш})^2}{4} \right] \cdot p_p + F_{mp} \cdot$$

4) Разгружающий элемент выполнен в виде золотника (двухсѐдельные клапана). Такая конструкция представляет собой два параллельно работающих золотника, расположенных на одной оси.

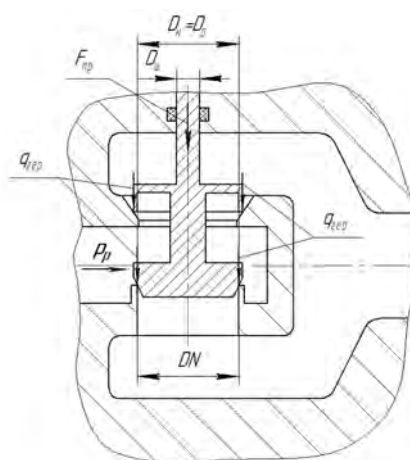


Рис. 7. Схема затвора

$$F_{np} = 2 \cdot q_{зеп} \cdot p \cdot DN + F_{mp} \cdot$$

Разгрузка золотника клапана позволяет снизить усилие привода, уменьшить массогабаритные характеристики, повысить быстродействие срабатывания и в тоже время увеличить плавность и точность регулирования.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 52720–2007. Арматура трубопроводная. Термины и определения. – Введ. 2007–04–11. – М. : Стандартиформ, сор. 2007. – 16 с.
2. Долотов, А. М. Основы теории и проектирования уплотнений пневмогидроарматуры летательных аппаратов : Учебное пособие / А. М. Долотов, П. М. Огар, Д. Е. Чегодаев. – М. : Изд-во МАИ, 2000. – 296 с. : ил. – 200 экз. – ISBN 5-7035-2307-9.
3. Щучинский, С. Х. Клапаны с электромагнитным приводом : Справочное пособие. – М. : Энергоатомиздат, 1988. – 152 с.: ил.

ВОПРОСЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЬНОГО, ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО И АВИАЦИОННОГО ТРАНСПОРТА

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ НЕУРАВНОВЕШЕННОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

В.М. Натарзан, Р.Х. Абу-Ниджим

Кафедра эксплуатации автотранспортных средств

Российский университет дружбы народов

Выявлена зависимость внутрициклового ускорения вращения коленчатого вала на установившемся режиме ДВС с величиной его дисбаланса. На основе этой зависимости разработан способ безразборной оценки неуравновешенности двигателей машин.

Ключевые слова: дисбаланс двигателя, внутрицикловое ускорение, номограмма для определения дисбаланса, неравномерность вращения коленчатого вала.

Своевременная балансировка двигателя является одним из основных мероприятий, повышающих его технический ресурс. Величина дисбаланса двигателя в процессе эксплуатации возрастает в 2...3 раза, а это ведет к росту интенсивности износа ресурсных сопряжений двигателя в 1,7...2,6 раза. Кроме того, неуравновешенные силы вызывают вибрацию двигателя, а износ в условиях вибрации наиболее значителен, так как на поверхности сопряжений возникают усталостные трещины. На преодоление вибраций и других возмущающих воздействий, вызываемых неуравновешенными силами, расходуется 10...12% эффективной мощности двигателя, а расход топлива увеличивается на 15%. Поэтому особую важность приобретает задача совершенствования способов контроля дисбаланса.

Основываясь на принципах динамического метода, можно оценивать техническое состояние двигателя по внутрицикловой неравномерности вращения коленчатого вала в стационарном установившемся режиме работы двигателя на холостом ходу. Внутрицикловая неравномерность вращения обладает значительной информативностью. При ее анализе можно получать данные о таких параметрах, как поцилиндровая мощность, угол опережения впрыска топлива, неплотность цилиндро-поршневой группы. Таким образом, представляется целесообразным отследить взаимосвязь между дисбалансом двигателя и внутрицикловым ускорением коленчатого вала с целью совершенствования методов контроля дисбаланса.

В соответствии с уравнением динамики двигателя внутрицикловое ускорение коленчатого вала $\varepsilon_{\text{ц}}$ содержит компрессионную, газовую инерционную и составляющую сил трения:

Неуравновешенные массы оказывают наибольшее влияние на инерционную составляющую внутрициклового ускорения, а термодинамическая составляющая, вызванная рабочими процессами в цилиндрах, является помехой при контроле дисбаланса. Поэтому алгоритм извлечения диагностической информации основан на применении частотной фильтрации полосовыми фильтрами, что позволяет выделить инерционную составляющую, очищенную от помех. При этом величина дисбаланса оценивается по максимальной разности между инерционной составляющей ускорения контролируемого и эталонного двигателей, а угловое положение этой разности относительно метки ВМТ соответствует фазовому углу дисбаланса (рис.1).

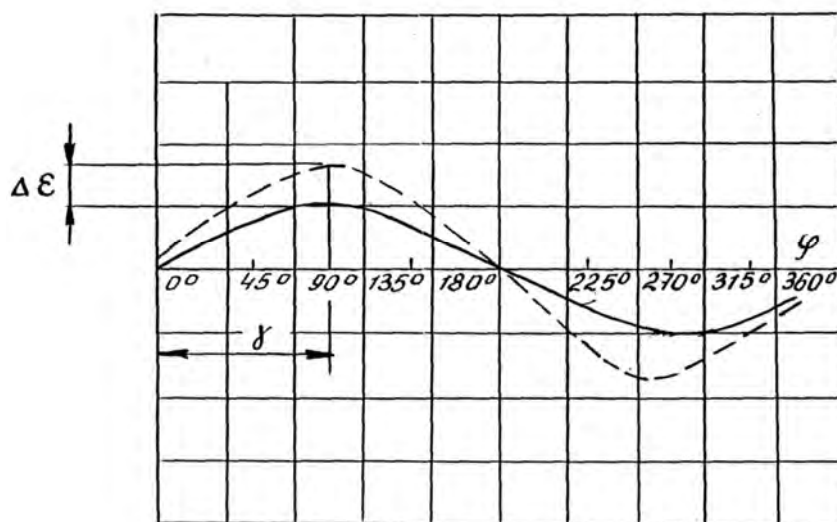


Рис.1. Определение величины и угла дисбаланса двигателя

Установлено, что на инерционные составляющие ускорения сильное влияние оказывает скоростной режим. Таким образом, подтверждается необходимость контроля дисбаланса на более высоких частотах. Влияние дисбаланса на размах инерционных составляющих также более значимо на высоких частотах: так, при частоте 1400 об/мин и дисбалансе 300 г мм размах остаточной инерционной составляющей возрастает в 1,2 раза, а при 2250 об/мин – в 1,6 раза. С учетом этого определен скоростной режим при оценке дисбаланса двигателя, равный 1800 об/мин для ЯМЗ-240Б и 2100 об/мин для Д-240.

Для экспериментального подтверждения возможности контроля дисбаланса двигателя по величине внутрицикловому ускорения коленчатого вала получены данные о влиянии факторов, определяющих неуравновешенность кривошипно-шатунного механизма, на значение мгновенного углового ускорения. Такими факторами являются: неуравновешенная масса, частота вращения коленчатого вала, фазовый угол дисбаланса. В качестве уравнения связи выбрана модель регрессионного анализа для исследования нелинейных процессов. Определены три уровня варьирования факторов (таблица) по двигателям ЯМЗ-240Б и Д-240 [3].

Таблица 1

Уровни варьирования факторов.

Марка двигателя	Наименование факторов	Уровни факторов		
		Нижний (-)	Основной (0)	Верхний (+)
ЯМЗ – 240Б	Число оборотов, об/мин.	1500	1700	1900
ЯМЗ - 240Б	Величина дисбаланса, г.мм	400	200	0
ЯМЗ – 240Б	Угол дисбаланса, град. от ВМТ	120	0	240
Д - 240	Число оборотов, об/мин.	1900	2100	2300
Д – 240	Величина дисбаланса, г.мм	500	250	0
Д – 240	Угол дисбаланса град. от ВМТ	120	0	240

Экспериментальные данные аппроксимировались функцией вида:

$$Y = V_0 + V_1 X_1 + V_2 X_2 + V_3 X_1^2 + V_4 X_2^2 + V_5 X_1 X_2 \quad (1)$$

где Y - отклик; X_1, X_2 - факторы, V_0, \dots, V_5 - коэффициенты

В результате обработки экспериментальных данных получено регрессионное уравнение для двигателей Д-240:

$$E = -533,92 + 0,5187\pi - 0,771D - 0,125 \cdot 10^{-3} \pi^2 + 0,8 \cdot 10^{-4} D^2 + 0,4 \cdot 10^{-3} \pi D \quad (2)$$

Регрессионная зависимость для двигателей ЯМЗ-240Б имеет вид:

$$E = 90,03 - 0,1047\pi - 0,1723D + 0,3 \cdot 10^{-4} \pi^2 + 0,32 \cdot 10^{-4} D^2 + 0,132 \cdot 10^{-3} \pi D \quad (3)$$

где E - величина внутрициклового ускорения коленчатого вала двигателя при установившемся режиме его работы, рад/с²; π - число оборотов коленчатого вала двигателя, об/мин.; D - величина дисбаланса, г.мм

Значимость влияния исследуемых факторов на величину внутрициклового ускорения оценили с помощью коэффициентов значимости, характеризующих изменение величины внутрициклового ускорения при изменении параметров на 1%.

Анализ коэффициентов показал, что значительное воздействие на величину внутрициклового ускорения в стационарном режиме работы двигателя имеет частота вращения коленчатого вала. Уменьшение указанного фактора на 1% вызывает снижение величины внутрициклового ускорения на 2,6% в соответствии с зависимостью (2). Уменьшение на 1% величины дисбаланса снижает функцию отклика на 2,2%.

Наибольшее воздействие на величину внутрициклового ускорения двигателя ЯМЗ-240Б (3) имеет величина дисбаланса. Так, уменьшение указанного фактора на 1% вызывает снижение значения внутрициклового ускорения на 1,5%. Уменьшение частоты вращения коленчатого вала на 1% снижает функцию отклика на 0,75%. На основе полученных регрессионных зависимостей (2) и (3) построена номограмма (рис.2) для определения дисбаланса двигателей Д-240 и ЯМЗ-240Б.

Оценка уровня дисбаланса двигателей осуществляется с помощью прибора ПКПиБ, который определяет на установившемся режиме работы двигателя его внутрицикловое ускорение (E^*) и количество оборотов коленчатого вала (π^*). Затем на оси (E) номограммы фиксируется величина внутрициклового ускорения коленчатого вала E^* , а на оси (π) - его обороты (π^*). Искомое значение дисбаланса определяется в точке пересечения оси (D) прямой $E^* \pi^*$.

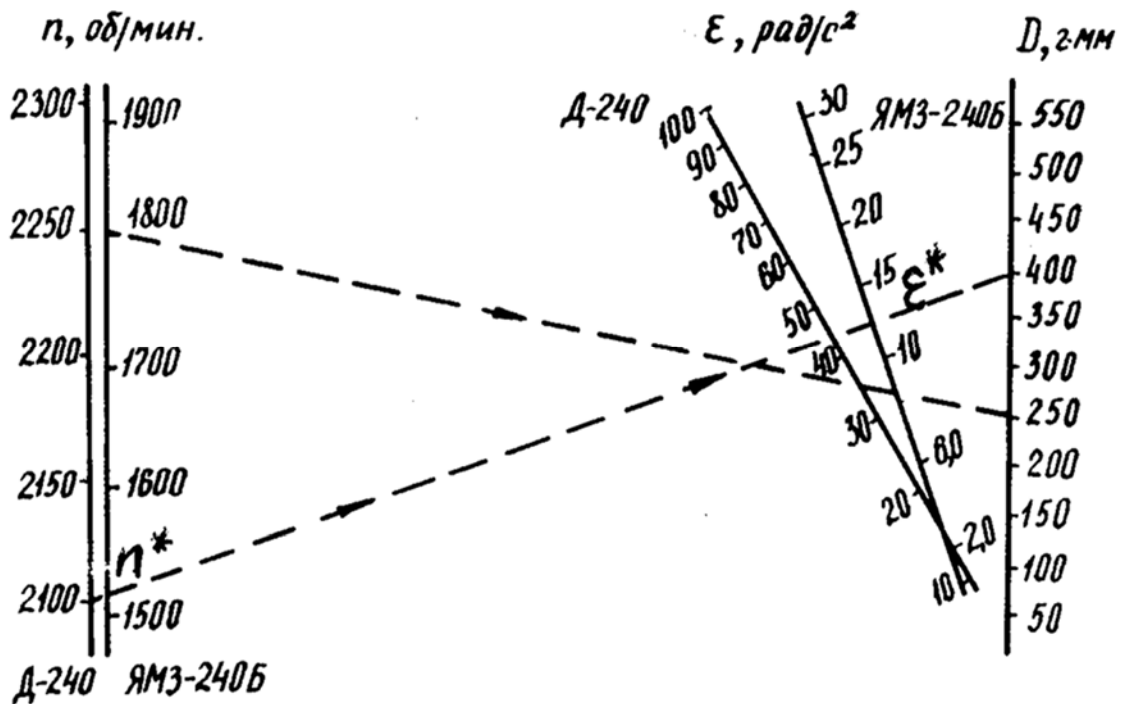


Рис.2. Номограмма для определения дисбаланса двигателей Д-240 и ЯМЗ-240Б

В качестве диагностического параметра для эксплуатационного контроля неуравновешенности двигателей автотранспортных средств целесообразно применять внутрицикловое ускорение вращения коленчатого вала в стационарном режиме на холостом ходу.

Библиографический список

1. Натарзан В. М., Шипунов О. А. Влияние неуравновешенности масс на момент сопротивления двигателя // Науч.- техн. Бюл./ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние.- Новосибирск, 1986.- Вып. 29: Повышение эффективности использования машин.- С. 48-53.
2. Натарзан В. М., Шипунов О. А. Контроль дисбаланса двигателей внутреннего сгорания // Науч.-техн. бюл./ ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние.- Новосибирск, 1987.-Вып. 23: Методы, алгоритмы, средства диагностирования и обеспечения работоспособности техники.- С. 45-49.
3. Натарзан В. М., Гладков А. К. Технология контроля качества балансировки и обкатки ДВС с использованием прибора ПКБ – 1: Метод. Рекомендации/ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние.- Новосибирск, 1988.- 36 с.

УДК 629.113

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЫМНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЕЙ, ЗАФИКСИРОВАННОЙ ВИДЕОРЕГИСТРАЦИОННЫМ МЕТОДОМ

И.М. Блянкинштейн, Е.С. Воеводин, А.М. Асхабов

Сибирский федеральный университет

Построены динамические модели формирования дымности отработавших газов (ОГ) дизелей на основе черных и белесых компонентов, зафиксированных видеорегистрационным методом. Модели строились методом последовательной линеаризации. Наилучшие результаты дала модель с двумя входами (первый вход – компонент «черное на белом фоне» u , второй вход – компонент «белое на черном фоне» u_1) второго порядка и выходом (дымность ОГ – y) четвертого порядка. Для конкретного объекта (автомобиля) динамическая модель позволяет с высокой точностью отобразить во времени картину формирования дымности ОГ как для отдельного измерения, так и для группы измерений.

Ключевые слова: дымность отработавших газов, видеорегистрационный метод, динамические модели для режима свободного ускорения.

Разработан метод измерения дымности отработавших газов (ОГ) дизелей [1], основанный на элементах технического зрения, предусматривающий видеосъемку и обработку в реальном масштабе времени изображений ОГ на фоне черно-белого экрана, отличающийся от известных тем, что позволяет разделять поток ОГ на компоненты, формирующие черноту ОГ и компоненты, формирующие белизну ОГ, а также проводить их раздельную обработку и анализ в дальнейшем [2].

Построены статические регрессионные модели, связывающие пиковую дымность с компонентами, зафиксированными видеорегистрационным методом. Как показал их анализ [3], пиковые значения дымности статической моделью описываются с достаточно высокой точностью и достоверностью, но описать характер формирования дымности на всем интервале цикла свободного ускорения дизеля регрессионные модели не могут. Поэтому было принято решение построить динамические модели, которые позволяют моделировать не только точечные пиковые значения, но и построить адекватную картину формирования дымности ОГ на всем временном интервале.

За основу были взяты динамические модели [4], отражающие характер формирования (изменения) дымности во времени на режиме свободного ускорения в функции от темпа управления педалью подачи топлива и частоты вращения коленчатого вала. Модели построены на основе дифференциальных и разностных уравнений с использованием метода последовательной линеаризации (МПЛ).

Суть МПЛ заключается в следующем: имеется объект (система) (см. рис. 1), динамические характеристики которого необходимо идентифицировать. На вход объекта подается возмущающий сигнал $u(t)$, с выхода объекта снимается его реакция $y^*(t)$. Входной и выходной сигналы регистрируются измерительной аппаратурой и сохраняются на носителе. Необходимо построить модель, адекватно связывающую вход и выход.

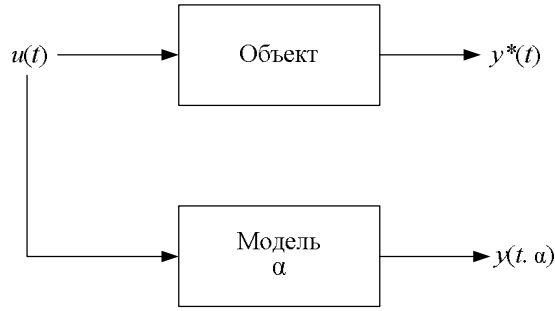


Рис. 1. Графическое представление объекта идентификации

где, $u(t)$ – возмущающий фактор, изменяющийся во времени (в нашем случае перемещение педали подачи топлива); $y^*(t)$ – реальный выход (результат эксперимента – дымность ОГ); $y(t, \alpha)$ – выход модели; $t \in [0; T]$; α – вектор параметров модели.

В качестве модели на первом этапе может быть использовано любое уравнение: обыкновенное дифференциальное уравнение, обыкновенное разностное уравнение и так далее, с точностью до параметра α .

Рассмотрим идентификацию динамических характеристик с использованием МПЛ на примере дифференциального уравнения первого порядка

$$\frac{dy(t)}{dt} = a_1 \cdot y(t) + a_2 \cdot u(t), y(0) = \alpha_0 \quad (1)$$

Решение этого уравнения зависит от параметров $\alpha = (\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2)$ и находится методом Рунге-Кутты. Параметры α вычисляем из критерия наименьших квадратов.

$$I(\alpha) = \sum_{i=1}^n (y^*(t_i) - y(t_i, \alpha))^2 \rightarrow \min_{\alpha} \quad (2)$$

Обозначаем через α^l параметры, вычисленные на l -ой итерации, а через α^{l+1} – на $(l+1)$ -ой итерации и строим итерационную процедуру рекуррентного пересчета α^{l+1} по α^l .

Вычисляются приращения параметров $\Delta \alpha^{l+1} = (\Delta \alpha_0^{l+1}, \Delta \alpha_1^{l+1}, \Delta \alpha_2^{l+1})$ из квадратичного критерия (с использованием линеаризованного выхода модели).

$$\bar{I}^{l+1} = \sum_{i=1}^n (y^*(t_i) - y^l(t_i, \alpha) - \frac{dy^l(t_i, \alpha)}{da_0} \cdot \Delta a_0^{l+1} - \frac{dy^l(t_i, \alpha)}{da_1} \cdot \Delta a_1^{l+1} - \frac{dy^l(t_i, \alpha)}{da_2} \cdot \Delta a_2^{l+1})^2 \rightarrow \min_{\Delta a^{l+1}}, \quad (3)$$

Производные $\frac{dy^l(t, \alpha)}{da_0} = w^l_{a_0}(t), \quad \frac{dy^l(t, \alpha)}{da_1} = w^l_{a_1}(t), \quad \frac{dy^l(t, \alpha)}{da_2} = w^l_{a_2}(t)$

называются функциями чувствительности.

Функции чувствительности определяются из уравнений чувствительности:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dw^l_{a_0}(t)}{dt} = a_1 \cdot w^l_{a_0}(t), \quad w^l_{a_0}(0) = 1; \\ \frac{dw^l_{a_1}(t)}{dt} = a_1 \cdot w^l_{a_1}(t) + y^l(t), \quad w^l_{a_1}(0) = 0; \\ \frac{dw^l_{a_2}(t)}{dt} = a_1 \cdot w^l_{a_2}(t) + u(t), \quad w^l_{a_2}(0) = 0; \end{array} \right. \quad (4)$$

Для нахождения уравнений чувствительности используем также методы численного интегрирования.

Необходимое условие минимума функционала I^{l+1} (3) приводит к решению системы линейных неоднородных алгебраических уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n (w'_{a_0}(t_i))^2 \Delta a_0^{l+1} + \sum_{i=1}^n w'_{a_0}(t_i) w'_{a_1}(t_i) \Delta a_1^{l+1} + \sum_{i=1}^n w'_{a_0}(t_i) w'_{a_2}(t_i) \Delta a_2^{l+1} = \sum_{i=1}^n w'_{a_0}(t_i) (y^*(t_i) - y^l(t_i, \mathbf{a})); \\ \sum_{i=1}^n w'_{a_1}(t_i) w'_{a_0}(t_i) \Delta a_0^{l+1} + \sum_{i=1}^n (w'_{a_1}(t_i))^2 \Delta a_1^{l+1} + \sum_{i=1}^n w'_{a_1}(t_i) \cdot w'_{a_2}(t_i) \Delta a_2^{l+1} = \sum_{i=1}^n w'_{a_1}(t_i) (y^*(t_i) - y^l(t_i, \mathbf{a})); \\ \sum_{i=1}^n w'_{a_2}(t_i) w'_{a_0}(t_i) \Delta a_0^{l+1} + \sum_{i=1}^n w'_{a_2}(t_i) w'_{a_1}(t_i) \Delta a_1^{l+1} + \sum_{i=1}^n (w'_{a_2}(t_i))^2 \Delta a_2^{l+1} = \sum_{i=1}^n w'_{a_2}(t_i) (y^*(t_i) - y^l(t_i, \mathbf{a})); \end{array} \right. \quad (5)$$

Решая полученную систему, находим поправки Δa_0^{l+1} , Δa_1^{l+1} , Δa_2^{l+1} к коэффициентам на шаге $(l+1)$.

Параметры на следующей итерации α^{l+1} выражаются через параметры предыдущей итерации α^l и приращения $\Delta \alpha^{l+1}$ по формуле

$$\mathbf{a}^{l+1} = \mathbf{a}^l + \mathbf{g}^l \cdot \Delta \mathbf{a}^{l+1}; \quad (6)$$

Здесь положительный коэффициент γ^l вычисляется из условия монотонной сходимости по функционалу I (2).

$$I^{l+1} \leq I^l, \quad (7)$$

где $I^l = I(\alpha^l)$

Примером выбора коэффициента γ^l является последовательность (1; 1/2; 1/4; 1/8; ...). Пошаговые итерации (приближения) совершаются до выполнения условий: $\|\Delta \mathbf{a}^{l+1}\| \leq \varepsilon_1$ или $|I^{l+1} - I^l| \leq \varepsilon_2$.

Качество динамических моделей оценивали по минимуму функционала (I), представляющего собой сумму квадратов отклонений расчетных y и экспериментальных y^* значений.

Поскольку используемая цифровая вебкамера регистрировала ОГ дискретно с частотой съемки, то в вычислительном плане оказалось более удобным использовать уравнения с дискретным аргументом, т.е. разностные уравнения.

На первом этапе производилась оптимизация порядка модели. В качестве модели были последовательно взяты разностные (соответствующие дифференциальным) уравнения второго, третьего, четвертого, пятого и шестого порядка. Результаты анализа показали, что увеличение порядка уравнения свыше четвертого значительных улучшений в качестве модели не дает – функционал не уменьшается, но при этом значительно увеличивается число итераций (шагов), что делает процедуру идентификации более трудоемкой.

На втором этапе производилась регуляризация модели – при использовании полного дифференциального уравнения четвертого порядка мы имеем дело с избыточным уравнением, что приводит к ухудшению сходимости к минимуму функционала и как следствие к значительному увеличению количества итераций. Поэтому для характеристики входа использованы разностные составляющие второго порядка, а для характеристики выхода – четвертого порядка. При такой структуре наблюдается достижение минимума функционала при минимуме итераций.

Проведенный анализ показал, что как и в работе [5] наилучшие результаты дает модель с двумя входами (первый вход – компонент «черное на белом фоне» u , второй вход –

компонент «белое на черном фоне» u_1) второго порядка и выходом (дымность ОГ - y) четвертого порядка (уравнение 8):

$$y(t) = a_1 \cdot y[t-1] + a_2 \cdot y[t-2] + a_3 \cdot y[t-3] + a_4 \cdot y[t-4] + a_5 \cdot u[t-1] + a_6 \cdot u[t-2] + a_7 \cdot u_1[t-1] + a_8 \cdot u_1[t-2], \quad (8)$$

$$y[0] = y[-1] = y[-2] = y[-3] = 0$$

Данные в динамической модели идентифицировались для двух различных временных интервалов.

1. Временной интервал равный промежутку формирования одного цикла свободного ускорения дизеля (2 секунды).

2. Временной интервал равный промежутку формирования нескольких (четырёх) циклов свободного ускорения дизеля (≈ 14 секунд).

Примеры идентификаций для временных интервалов на конечных итерациях представлены на рисунках 2 и 3. Где u – первый вход (компонент «белое на черном»), u_1 – второй вход (компонент «черное на белом»), y – расчетный выход, y^* - реальный выход (дымность ОГ).

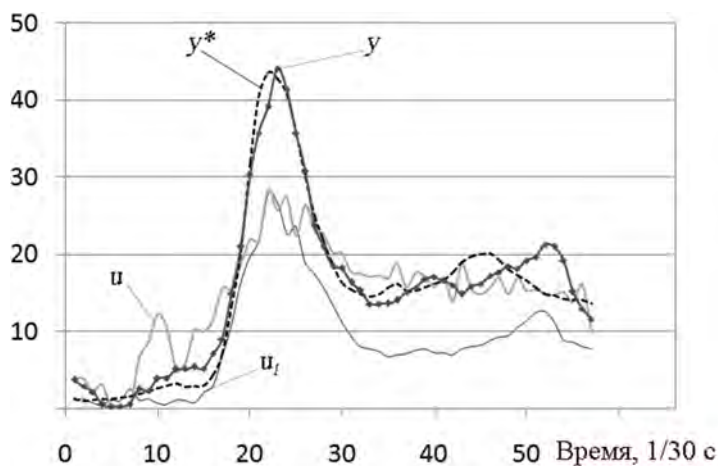


Рис. 2. Модель с двумя факторами для временного интервала 2 секунды

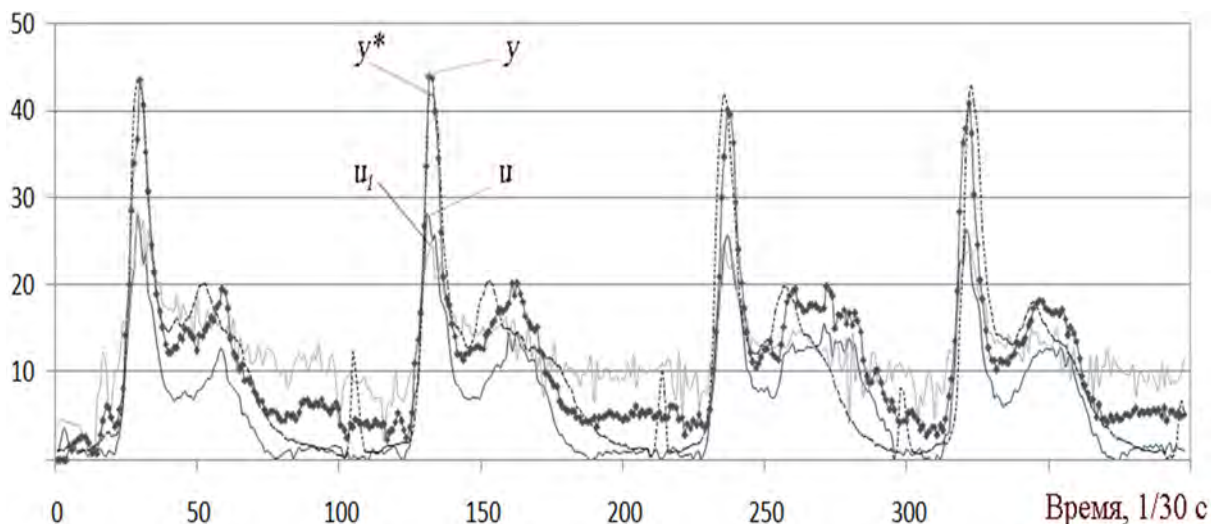


Рис. 3. Модель с двумя факторами для временного интервала ≈ 14 секунд

Итоговые коэффициенты разностного уравнения (8), найденные для временных интервалов имеют значения, представленные в таблице 1.

Итоговые значения коэффициентов

Коэффициент	Значения коэффициента для временного интервала 2 с.	Значения коэффициента для временного интервала ≈ 14 с.
α_1	1,117775	0,8406175
α_2	0,0921513	0,0342643
α_3	-0,810551	-0,393417
α_4	0,4186891	0,1060386
α_5	0,1390694	0,2892382
α_6	-0,011012	-0,106746
α_7	1,0826057	1,1020155
α_8	-0,972921	-0,735326

Как видно из полученных графиков и таблицы, для конкретного объекта (автомобиля) данная динамическая модель позволяет с высокой точностью отобразить во времени картину формирования дымности ОГ, как для отдельного измерения, так и для группы измерений. Таким образом, динамические модели, в отличие от регрессионных статических, позволяют смоделировать дымность не только по ее пиковым значениям, но и показать процесс формирования дымности ОГ во времени, в зависимости от зафиксированных видеорегистрационным методом черных и белесых компонентов ОГ.

Анализ коэффициентов уравнений показал, что для конкретного автомобиля динамическая модель отображает процесс формирования дымности ОГ от зафиксированных компонентов с очень высокой точностью. Однако значения этих коэффициентов носят индивидуальный характер и не могут быть автоматически распространены на автомобили с другим техническим состоянием и особенностями типа смесеобразования.

Следовательно, задача построения обобщенной динамической модели для группы или типа автомобилей с целью оценки их технического состояния и нормирования показателя дымности ОГ на данном этапе интерпретации не является корректной.

В качестве положительного результата можно отметить, что обоснованный вид модели – разностное уравнение с двумя входами второго порядка и выходом четвертого порядка, использованное в настоящем исследовании и также в исследовании [4,5] описывает формирование дымности ОГ на режиме свободного ускорения с высокой точностью и, по сути, является универсальным при исследовании динамики формирования дымности ОГ во времени.

Библиографический список

1. Пат. 2366930 Российская Федерация, МПК G 01N 21/59. Способ измерения дымности отработавших газов дизелей / И.М. Блянкинштейн, А.М. Асхабов; заявитель и патентообладатель Сиб. федер. ун-т. – № 008131229/28; заявл. 28.07.2008; опубл. 10.09.2009. – 8 с.
2. Концепция измерения дымности отработавших газов дизелей / И.М. Блянкинштейн, А.М. Асхабов, Е.С. Воеводин // Журнал ААИ, № 2 (61) – 2010, с. 38–41 и № 3 (62) – 2010, с. 60–61.
3. Исследование влияния локальной освещенности на результаты измерения дымности отработавших газов дизелей видеорегистрационным методом [Электронный ресурс] / А.М. Асхабов // Молодежь и наука 2011: сб. науч. тр. / СФУ. – Красноярск: 2011, – Режим доступа: http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2011/thesis/s29/s29_48.pdf - Загл. с экрана.
4. Идентификация динамических характеристик дымности отработавших газов дизелей на режиме свободного ускорения / И. М. Блянкинштейн, Е. С. Воеводин, А. И. Рубан // Вестник Красноярского государственного технического университета. Вып. 34. Транспорт: - Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2004. – С. 149-155.
5. Анализ динамических моделей дымности отработавших газов дизелей на режиме свободного ускорения / И. М. Блянкинштейн, Е. С. Воеводин // Транспортные средства Сибири: Материалы II Всероссийской Научно-технической конференции 25-26 ноября 2004 г. – Красноярск: ИПЦ-КГТУ, 2004. – С. 38–40.

УДК 629.113

СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ РАСХОДОМ ТОПЛИВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Д.А. Худяков – магистрант, к.т.н., И.М. Блянкинштейн - доцент, Воеводин

Е.С. - к.т.н., доцент

Сибирский федеральный университет

Рассмотрены недостатки действующей в РФ системы нормирования расхода топлива. Сделан обзор представленных на рынке спутниковых систем мониторинга транспорта, основанных на снятии показаний с датчиков, в т.ч. расхода топлива, установленных на автомобиле. Представлены данные о среднем эксплуатационном расходе топлива автобуса МАЗ-103 на маршруте г. Красноярск за январь 2012 г., полученные с использованием спутниковой системы мониторинга, а также произведен их анализ. Предложена система оперативного управления расходом топлива на предприятиях автомобильного транспорта, основанная на совместном рассмотрении расчетных оценок расхода топлива, получаемых с использованием программного комплекса «МВК» и оценок расхода топлива, получаемых с использованием систем FMS.

Ключевые слова: расход топлива, базовые нормы, системы мониторинга fms, оперативное управление.

В последние годы во всем мире моторное топливо приобрело статус стратегического ресурса. Поэтому разработка мероприятий по снижению его потребления на автомобильном транспорте является актуальнейшей задачей.

Действующая в РФ система нормирования расхода топлива автомобилями опирается на базовые нормы расхода топлива [1], которые представляют собой расход топлива на перемещение порожнего автомобиля в типизированных условиях движения, и на эксплуатационные нормы расхода топлива [2], в которых усредненно учитываются все эксплуатационные факторы – величина транспортной работы, природно-климатическая зона, время года, условия движения, возраст автомобиля и пр. Известно применение маршрутных норм, однако нормативными документами для конкретного автомобиля на конкретном маршруте эксплуатационная норма расхода топлива не устанавливается, что может приводить к эксплуатационным издержкам. Несовершенство существующей методики нормирования и расчеты по ней приводит к двум ситуациям: либо топливо остается в баках машин и у водителей появляются «излишки» топлива, либо происходит «перерасход» топлива.

Базовая, да и эксплуатационная нормы расхода топлива автомобилем на конкретном маршруте могут быть с высокой точностью рассчитаны с помощью специальных моделирующих программ, например, программы «МВК» («МВК» – программа комплексного исследования автомобилей, разработана под руководством д.т.н., профессора Московкина В.М. (ФГУП «НАМИ», МГПУ, г. Москва) и зафиксирована в нормативном документе [1] в качестве ПО для обоснования базовых норм расхода топлива.). Но для точного расчета расхода топлива нужна информация о фактическом маршруте и режиме движения автомобиля, которая, к сожалению, может быть получена только «постфактум», после возвращения автомобиля с маршрута.

Также в последнее время в мире появились и активно распространяются системы спутникового мониторинга транспорта (СМТ), на рынке предлагается большое количество таких систем. СМТ построены на основе систем спутниковой навигации, оборудования и технологий сотовой и/или радиосвязи, вычислительной техники и цифровых карт. СМТ используется для решения задач транспортной логистики в системах управления перевозками и автоматизированных системах управления автопарком.

СМТ – технология, применяемая в диспетчерских службах на транспорте, а также для решения задач транспортной логистики в системах управления перевозками (англ. TMS, Transportation management system) и системах мониторинга расхода топлива (англ. FMS, Fuel Monitoring System) для получения информации о фактическом расходе топлива, режиме движения и пробеге автомобиля и комплексного анализа работы техники в условиях эксплуатации с использованием спутников GPS.

Подобные системы основаны на снятии показаний с датчиков, установленных на автомобиле, в том числе и датчиков расхода топлива. В этом случае формируются данные о количестве топлива в баке, его расходе (снижении уровня в процессе эксплуатации), а так же резком увеличении и снижении (заправки и сливы). Данные в режиме реального времени по каналу GSM передаются в диспетчерский центр, что позволяет контролировать и оперативно влиять на внештатные ситуации.

Применяется несколько подходов к измерению израсходованного топлива:

- Расходомеры, датчики мгновенного расхода топлива. Они устанавливаются в топливную магистраль автомобиля и измеряют количество топлива, проходящего через нее. При этом обеспечивается очень высокая точность измерений. Интегрированный с системой мониторинга расходомер является эффективным инструментом контроля расхода топлива. Но и у расходомеров имеется ряд недостатков: высокая цена, сложность установки и невозможность контроля заправок и «сливов» топлива.

- Подключение к штатному датчику уровня топлива, установленному в баке автомобиля. Этот подход требует минимальное количество дополнительных затрат, необходимо лишь подключение оборудования к штатному датчику и его тарировка. Но в данном случае погрешность измерений очень высока.

- Установка дополнительного датчика уровня топлива. Такие датчики обладают гораздо более высокой точностью и надежностью.

- Считывание данных с CAN-шины автомобиля. CAN – это международная стандартизированная последовательная шина системы (ISO 11898), обеспечивающая функциональные возможности уровня канала данных и физического канала согласно модели соединения открытых систем (ISO/OSI 7498). CAN-шина автомобиля используется для обмена информацией между всевозможными датчиками, контроллерами и т.д. При данном методе данные о расходе топлива поступают от блока управления двигателя (на основе характеристик впрыскивания топлива) по информационной шине. Данный протокол поддерживают такие производители как Toyota, Volkswagen, Audi, Ford, Hyundai, Mazda, Opel, Volvo, Subaru, Mercedes, Scania, DAF, MAN, Iveco, последние модели МАЗ и КАМАЗ, а также большинство автомобилей других крупных производителей мира.

На сегодняшний день системы GPS-мониторинга являются инструментом контроля и оптимизации передвижения транспорта, а также средством обеспечения безопасности. Объединяя в себе технологии определения местоположения, беспроводной связи, средства обработки и визуализации системы GPS-мониторинга находят широкое применение в различных сферах бизнеса и государственной деятельности. Они позволяют получать объективную информацию о местонахождении, маршруте, пробеге транспортного средства, расходе топлива и времени работы двигателя. Получая эти данные в режиме реального времени, у предприятий появляются возможности принимать на их основе эффективные управленческие решения и координировать деятельность автомобильного парка на более высоком уровне, осуществлять мониторинг работы транспорта.

Например, в табл. 1 представлены данные о расходе топлива автобусом МАЗ-103 городского маршрута г. Красноярска за январь 2012 года, полученные с системы GPS-мониторинга. Из данных табл. 1 видно, что расход топлива автобусом значительно меняется в течение всего месяца. Это вызвано различными условиями эксплуатации автобуса,

изменяющимися режимами движения. Например, со 2 января по 4 января автобус работал на одном и том же маршруте г. Красноярска и среднесуточные пробеги практически одинаковы. При этом разница в расходе топлива между максимальным и минимальным значением составляет 10,4 л/100 км (27%).

Мониторинговые системы позволяют зафиксировать и отобразить фактические параметры режима движения и расход топлива, но не позволяют определить резерв, т.е. теоретически достижимый минимальный расход для заданных условий и сложившихся режимов движения. Решение проблемы видится объединении двух выше рассмотренных подходов, при котором недостатки, присущие каждому из подходов в отдельности, могут быть компенсированы их совокупностью.

Таблица 1

Средний расход топлива по дням автобусом МАЗ-103 городского маршрута г. Красноярска за январь 2012 г.

Дата	Расход топлива, л	Суточный пробег, км	Средний расход топлива, л/100 км
501.01.2012	не эксплуатировался		
02.01.2012	70,7	186,5	37,9
03.01.2012	51,4	186,9	27,5
04.01.2012	62,2	184,4	33,7
05.01.2012	не эксплуатировался		
06.01.2012	76,8	187,0	41,1
07.01.2012	67,3	186,5	36,1
08.01.2012	50,9	132,0	38,6
09.01.2012	73	186,4	39,2
10.01.2012	83,3	235,3	35,4
11.01.2012	77,1	213,0	36,2
12.01.2012	81,9	194,4	42,1
13.01.2012	105,6	312,7	33,8
14.01.2012	123,1	371,7	33,1
15.01.2012	не эксплуатировался		
16.01.2012	109,9	306,0	35,9
17.01.2012	71,6	185,8	38,5
18.01.2012	77,1	187,3	41,2
19.01.2012	не эксплуатировался		
20.01.2012	110,8	175,9	63,0
21.01.2012	73,3	248,8	29,5
22.01.2012	41,7	128,1	32,6
23.01.2012	50	118,3	42,3
24.01.2012	98,5	232,7	42,3
25.01.2012	126,9	314,7	40,3
26.01.2012	127,9	308,7	41,4
27.01.2012	118,1	308,3	38,3
28.01.2012	71,4	153,4	46,5
29.01.2012	81,9	179,0	45,8
30.01.2012	132,5	314,8	42,1
31.01.2012	71,6	155,9	45,9
Min – max	41,7 – 132,5	118,3 – 371,7	27,5 – 63,0

Продолжение таблицы 1			
Среднее значение	84,7	218,3	39,3
Среднеквадратическое отклонение	25,6	67,3	6,6
Коэффициент вариации, %	30,3	30,8	16,8

Предлагается концепция системы управления расходом топлива, которая объединяет в себе положительные черты расчетного определения базовых и эксплуатационных норм расхода топлива с использованием ПО «МВК» и достоинства системы мониторинга транспорта. Первая позволяет с достаточно высокой точностью рассчитать расход топлива в заданном цикле движения транспортного средства, вторая же позволяет получить необходимые данные о фактическом режиме движения и фактическом количестве израсходованного топлива.

Примерная структурная схема предлагаемой системы оперативного управления расходом топлива представлена на рис. 1. Кратко поясним ее функционирование.

В специально организованном центре анализа и оперативного управления расходом топлива с сервера управления снимается информация о фактическом режиме движения и фактическом расходе топлива автомобиля, оснащенного системой FMS, на конкретном маршруте движения. С помощью промежуточного программного модуля определяются параметры режима движения: длина маршрута, количество остановок, скорость движения на перегонах, время движения на перегонах, координаты точек маршрута с заданным шагом. Координаты маршрута накладываются на цифровую карту ГИС и уточняется маршрут движения. Далее производят расчет расхода топлива этого автомобиля на этом же маршруте движения с помощью специальной программы моделирования движения «МВК».

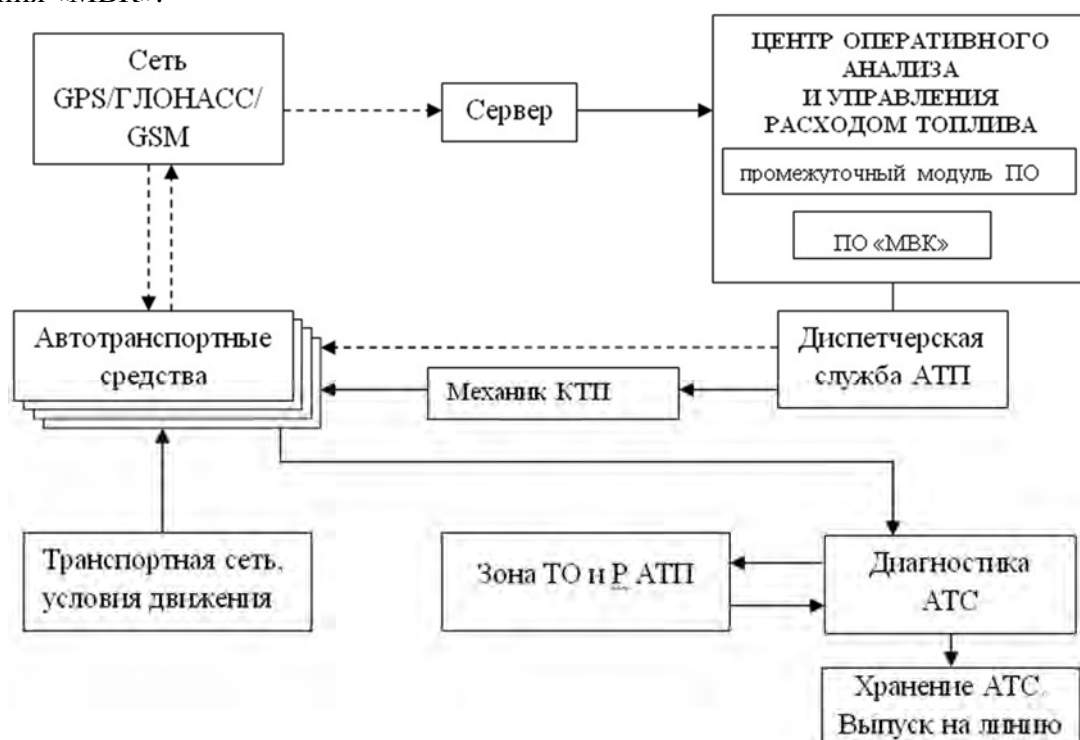


Рис. 1. Структурная схема системы оперативного управления расходом топлива на предприятиях автомобильного транспорта

Рассчитанный расход топлива на конкретном маршруте с конкретным режимом движения сравнивается с фактическим. На основании сравнения результатов измерения

расхода топлива, получаемые с системы мониторинга $Q_{\text{ф}}$ и расчетного расхода топлива $Q_{\text{р}}$ в этом цикле движения, полученного при помощи ПО «МВК», можно будет делать определенные выводы. Если $Q_{\text{ф}} \approx Q_{\text{р}}$ в пределах научно-обоснованного допуска, то расход топлива можно считать достоверным и обоснованным. Если же $Q_{\text{ф}} > Q_{\text{р}}$, то в транспортном средстве имеется какая-то неисправность которая приводит к перерасходу топлива, либо причина кроется в каких-то неучтенных факторах (плохие условия движения, неэкономичный стиль вождения, неисправность системы мониторинга и пр.). Если $Q_{\text{ф}} < Q_{\text{р}}$, то возможна корректировка эксплуатационной нормы расхода топлива.

Практическая реализация системы оперативного управления расходом топлива на АТП в соответствии с рис. 1 на сегодня сдерживается двумя основными факторами:

1. Отсутствием ПО, которое позволит автоматизированным путем с минимальным участием человека преобразовать информацию, получаемую с системы мониторинга в вид, необходимый для ПО «МВК».

2. Незнанием данной темы, а именно, не определены требования к характеристикам системы – степени ее оперативности, частоте опроса и обработки информации о параметрах режима движения, необходимой для получения достаточных по точности результатов; не определены алгоритмы обработки и фильтрации информации о режимах движения и пр. Незнанием остаются статистические аспекты формирования и анализа показателей расхода топлива в условиях эксплуатации на основе систем мониторинга и их корреляция с фактическими и нормативными значениями, а также экономическая эффективность системы оперативного управления.

Решение указанных задач обеспечит возможность реализации системы оперативного управления расходом топлива на предприятиях автомобильного транспорта, что в свою очередь позволит:

- оптимизировать режим эксплуатации техники;
- снизить вероятность хищения топлива;
- повысить производительность работы автопарка;
- снизить затраты на ГСМ и себестоимость перевозок;
- увеличить сроки службы подвижного состава;
- снизить выбросы вредных веществ с отработавшими газами и улучшить экологическую обстановку в регионе.

Библиографический список

1. Р 03112134-0367-97. Методика определения норм расхода топлива на автомобильном транспорте. Введ. 14.10.1996. – М.: НИИАТ, 1996 г. – 20 стр.

2. ОАО «НИИАТ». Методические рекомендации «Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте». Введ. 14.03.2008. – М.: Компания «Автополис», 2008 г. – 104 стр., табл.

УДК 629.113

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ, РЕМОНТА, ИСПЫТАНИЯ, КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ АТС

И. М. Блянкинштейн - к.т.н., доцент
Сибирский федеральный университет

Сформулированы и формализованы проблемы в области совершенствования технологического оборудования (ТО) для технического обслуживания, ремонта контроля и диагностики автотранспортных средств (АТС). Определены внешние и внутренние факторы и закономерности, проявляющиеся в системе «оператор – АТС – ТО – средство измерения – среда». Разработаны математические модели, отражающие характер формирования выходных параметров АТС в функции от входных управляющих воздействий. Разработана методология анализа и обоснования требования к структуре, параметрам и технологии применения лазерной измерительной системы, обеспечивающим минимальную среднеквадратическую погрешность измерения геометрических параметров АТС в условиях эксплуатации. Разработана методика оценки технического уровня и качества технологического оборудования на основе квалиметрии и элементов имитационного моделирования. Предложена методология сертификации технологического оборудования по потребительским свойствам. Разработаны концептуальные и теоретические основы создания виртуальных средств контроля и диагностики параметров АТС на основе элементов технического зрения

Ключевые слова: теоретические основы совершенствования технологического оборудования, методология оценки технического уровня, сертификация оборудования по потребительским свойствам, концепции оборудования для контроля и диагностики атс.

Проблема. Технологическое оборудование (ТО) для технического обслуживания и ремонта (ТОиР), испытания, контроля и диагностики автотранспортных средств (АТС) является важной составляющей производственно-технической базы автотранспортных и автосервисных предприятий, станций диагностики и испытательных центров. Технический уровень ТО влияет на все основные показатели и аспекты деятельности предприятий: производительность, качество и себестоимость ТОиР, испытаний и контроля АТС, условия труда персонала и его безопасность, ресурсосбережение, защиту окружающей среды и безопасность АТС, а, следовательно, и эффективность работы предприятия в целом. Поэтому разработка научно-методических основ совершенствования и использования ТО представляет значительный резерв повышения эффективности, безопасности и снижения затрат при производстве и эксплуатации АТС.

Названное особенно актуально для оборудования и средств измерения, используемых для контроля параметров АТС в процессе ТОиР, при проведении государственных технических осмотров, при сертификационных испытаниях и пр. Являясь наиболее наукоемким классом ТО, концептуально построенным в соответствии с требованиями действующих стандартов и правил испытаний, контрольное оборудование в ряде случаев предполагает участие человека в реализации процедур испытаний, что обуславливает влияние человеческого фактора на результаты испытаний и измерений. В результате субъективных оценок в эксплуатацию могут выпускаться АТС, потенциально небезопасные для окружающей среды и человека. Поэтому создание новых концепций ТО для контроля параметров АТС, независимого от человеческого фактора, тесно связано с совершенствованием действующей

нормативной базы: нормативов и требований, установленных техническими регламентами, а также методов испытаний и измерений, изложенных в стандартах и правилах.

В смежных отраслях науки и производства появляются и находят применение новые эффективные виды измерителей, например, лазерные инструменты, виртуальные средства контроля и диагностики на основе систем технического зрения, но в силу специфики измерений параметров автомобилей и отсутствия методологии создания и применения таких средств они пока не находят широкого использования в сфере производства и эксплуатации АТС.

Общей методологической проблемой, касающейся всех классов ТО, является несовершенство методов оценки конкурентоспособности, технического уровня и качества образцов, и, в частности, отсутствие процедур аналитического определения весомости основных свойств, что важно не только для выбора и эффективного использования образцов, но и для оценки эффективности конструкторско-технологических решений по видам ТО.

Весомую роль в повышении конкурентоспособности и качества ТО должна играть его сертификация по потребительским свойствам. Однако сложившаяся на сегодня система добровольной сертификации продукции по потребительским свойствам не востребована рынком, в том числе и по причинам методологического характера. Следовательно, совершенствование методологии сертификации ТО также является важной научно-практической проблемой.

Стремление решить комплекс указанных проблем вступает в противоречие с недостатком знаний о закономерностях процессов формирования показателей контролируемых свойств АТС, обусловленных влиянием субъективных данных участвующего в процессе испытаний человека, а также о потенциальных свойствах и технических параметрах ТО, методологии его создания, оценки и применения.

Формализация. Решение обозначенных проблем предполагает создание теоретических основ контроля параметров АТС и совершенствования оборудования с учетом закономерностей, проявляющихся в системе «оператор – АТС – ТО – средство измерения – среда».

Формализованная с позиций системного подхода схема процесса измерения параметров АТС, включающая участников процесса измерения, внешние и внутренние их взаимосвязи, представлена на рис.1. Правилоустанавливающим документом для испытания или диагностирования АТС является стандарт или методика, регламентирующие процедуру испытаний по данному свойству. Руководствуясь требованиями этого нормативного документа (НД), оператор, в соответствии со своим пониманием методики, готовит и реализует процедуру испытаний. В процессе испытания оператором на объект подаются управляющие воздействия U_1, U_2, \dots, U_i , предусмотренные НД (например, нажатие на педаль акселератора, нажатие на педаль тормоза и т.п.). При этом на выходе объекта испытаний измеряются функциональные параметры X_1, X_2, \dots, X_j , которые характеризуют качество процесса функционирования объекта (например, дымность отработавших газов (ОГ), расход топлива и т.п.). Иногда для создания управляющих воздействий могут применяться специальные технические средства – задатчики управляющих воздействий.

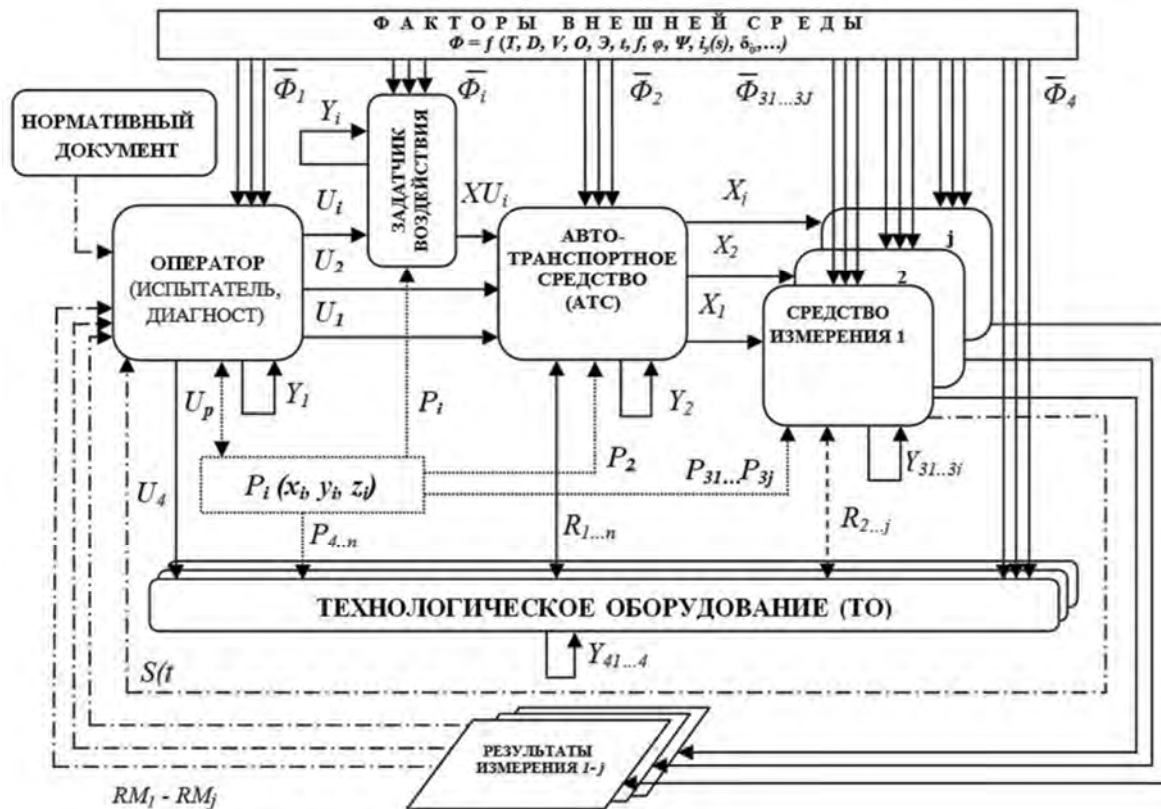


Рис. 1. Структурная схема системы «оператор – АТС – ТО – средство измерения – среда»: аналоговый входной управляющий сигнал или выходной параметр; информационная связь

Внешними факторами, воздействующими на всех участников системы, являются параметры окружающей среды (на схеме – векторы $\Phi_1, \Phi_2, \Phi_{31...3j}, \Phi_4, \dots, \Phi_i$). В общем случае к ним можно отнести следующие параметры: T – температура окружающей среды, °C; D – атмосферное давление, мм рт. ст.; V – влажность воздуха, %; O – освещенность, лк; \mathcal{E} – электромагнитные излучения; t – время, с; f – коэффициент качения колеса; φ – коэффициент сцепления; Ψ – коэффициент общего дорожного сопротивления; $i_y(s)$ – продольные уклоны участка в функции от пути s (макропрофиль дороги), δ_{iy} – микропрофиль дороги и пр. Внешняя среда влияет на всех участников процесса измерения: на психофизиологическое состояние оператора, на характер формирования и результаты протекания рабочих процессов в узлах и агрегатах испытуемого АТС и ТО, на процессы, протекающие в измерительном приборе.

Внутренние параметры, оказывающие влияние на функционирование рассматриваемой системы, у каждого участника свои. Например, внутренние параметры $Y_1 = f(Y_{antr}, Y_{phiz}, Y_{psih}, Y_{intel})$ оператора, влияющие на процесс измерения, это его антропометрические (Y_{antr}), физиологические (Y_{phiz}), психические (Y_{psih}) данные, интеллектуальные способности (Y_{intel}) и пр. Внутренние параметры испытуемого АТС $Y_2 = f(Y_{sb}, Y_{usm}, Y_{ts}, \dots)$ и ТО $Y_{41} = f(Y_{sb}, Y_{ts}, \dots)$ это параметры технического состояния (Y_{st}), параметры используемых эксплуатационных материалов (Y_{usm}), тепловой режим (Y_{ts}) и пр. Внутренние параметры применяемых средств измерений $Y_{31} = f(Y_{sb}, Y_{mch}, Y_{ts}, \dots)$ – это также параметры их технического состояния (Y_{st}), метрологические характеристики (Y_{mch}), тепловой режим (Y_{ts}) и др.

В общем случае процесс измерения функциональных параметров объекта испытаний осуществляется следующим образом. Предварительно должно обеспечиваться регламентированное НД взаимное расположение АТС, средств измерений и оператора (управляемый фактор $P_i(x_i, y_i, z_i)$, реализуемый дискретно). Однако как показывает опыт, в

случае контроля, например, геометрических параметров АТС, указанному фактору зачастую не уделяется должного внимания и в эксплуатационной документации к измерительным системам отсутствуют четкие рекомендации по параметрам взаимного расположения.

Далее оператором проводятся предусмотренные НД подготовительные операции по задействованию предусмотренной методикой испытаний ТО, обеспечение мер безопасности при измерении, прогрев испытуемого АТС, прогрев и, при необходимости, калибровку средства измерения и т.п. В соответствии с рекомендациями НД и пошаговыми инструкциями, предусмотренными программным обеспечением применяемого прибора, оператор воздействует на орган (-ы) управления испытуемого АТС (например, входное управляющее воздействие U_1 – угол поворота рычага управления подачей топлива дизеля), а выходные характеристики (например, X_1 – дымность ОГ, X_2 – частота вращения коленчатого вала, X_j – прочие факторы) регистрируются измерительным прибором, анализируются на предмет корректности, усредняются и в виде результата измерения сообщаются оператору (на схеме обозначено информационной связью RM).

ТО, используемое при испытаниях, диагностике, ТОиР АТС, характеризуется широким разнообразием функциональных возможностей и показателей назначения. Вопрос комплексной оценки технического уровня и качества ТО методологически не решен в должной мере, что, при широком предложении оборудования затрудняет его выбор при приобретении, а также определение направления совершенствования конструкции при модернизации. Анализ процесса формирования системы показателей качества ТО на этапах жизненного цикла (рис. 2) показывает, что один из важных инструментов повышения качества продукции – сертификация по потребительским свойствам – в отношении ТО не работает, в результате чего потребители на рынке ТО не имеют объективной информации о качестве образцов оборудования, что затрудняет его выбор.

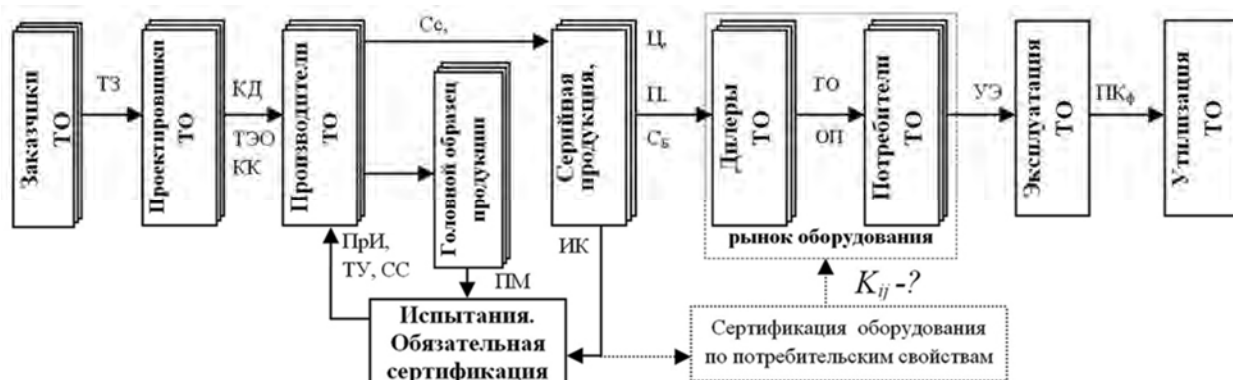


Рис. 2. Формирование информации о показателях качества ТО на этапах жизненного цикла: существующая схема; отсутствующее звено

Из анализа формализованных схем процессов, приведенных на рис.1 и рис.2, можно сделать следующие выводы.

Во-первых, при стабильных или искусственно зафиксированных значениях факторов внешней среды и неизменных внутренних параметрах, ведущая роль в проведении измерений остается за человеком.

Во-вторых, в силу сложившихся традиций и уровня развития измерительной техники и технологии, при испытании и диагностировании АТС характер формирования во времени управляющих воздействий $U(t)$ не регистрируется измерительными приборами либо не учитывается при обработке результатов измерений. В действующих нормативных документах по испытанию АТС процесс реализации управляющего воздействия U_1 , возлагаемый на оператора, не всегда сформулирован четко и конкретно, что обуславливает возможность его

вариаций и, как следствие, наличие значительных разбросов результатов измерений. Например, при измерении дымности ОГ дизелей по ГОСТ Р 41.24–2003 (Правила ЕЭК ООН № 24) процесс воздействия на орган управления трактуется следующим образом: «...при работе дизеля в режиме холостого хода **быстрым, но не резким** нажатием на педаль газа обеспечивают максимальную подачу топливного насоса, которую поддерживают до достижения дизелем максимальной частоты вращения и включения регулятора...». В этой формулировке отсутствуют количественные характеристики входного управляющего воздействия. Аналогичные расплывчатые формулировки можно обнаружить и в других нормативных документах, касающихся испытания АТС.

В-третьих, при контроле геометрических параметров АТС недостаточно внимания уделяется фактору $P_i(x_i, y_i, z_i)$ – параметрам взаимного расположения контролируемого АТС и измерительного прибора.

В-четвертых, вопрос комплексной оценки технического уровня и качества ТО не решен методически, что, при широком предложении ТО затрудняет его выбор при приобретении, а также определение направления совершенствования конструкции при модернизации.

В-пятых, добровольная сертификация оборудования по потребительским свойствам, как инструмент повышения качества продукции не работает вследствие несовершенства ее методологии, что препятствует развитию ТО и средств контроля на новых методологических принципах.

Следовательно, предстоит установить связь, построить математические модели и получить научно-обоснованные оценки влияния управляющих воздействий на результаты измерения функциональных параметров АТС X_1 и X_2 , определить методологию и получить комплексные оценки K_{KJ} технического уровня и качества образцов ТО, сформулировать методологию сертификации его по потребительским свойствам, разработать концептуальные и теоретические основы создания виртуальных средств контроля и диагностики параметров АТС на основе элементов систем технического зрения.

В формализованном виде первый функционал можно представить как

$$X_1(t) = f(U_1(t), U_2, \dots, J = \text{const}), \quad (1)$$

где $X_1(t)$ – выходной функциональный параметр АТС (дымность ОГ дизелей на режиме свободного ускорения, расход топлива, плавность хода и пр.); $U_1(t)$ – функция перемещения педали управления подачей топлива; t – время. Все другие внешние и управляемые параметры принимают постоянные значения (неизменны).

Второй функционал можно представить как

$$X_2 = f(P_i(x_i, y_i, z_i), U_1, \dots, J = \text{const}), \quad (2)$$

где X_2 – погрешность измерения геометрических параметров АТС; $P_i(x_i, y_i, z_i)$ – параметры взаимного расположения контролируемого АТС и элементов 3D-лазерной измерительной системы.

Третий функционал можно представить как

$$K_{KJ} = f(Q_1, Q_2, Q_i, \dots, Q_n), \quad (3)$$

где Q_{ij} – свойства ТО ($i = 1, \dots, n$, n – количество рассматриваемых свойств ТО; $J = 1, \dots, m$, m – количество образцов ТО в рассматриваемом массиве).

Методология и основные результаты решения задач. Для анализа закономерностей формирования оценок показателей контролируемых свойств АТС, обусловленных влиянием индивидуальных данных человека (функционал 1), разработаны статические и динамические модели, отражающие характер формирования выходных параметров АТС в функции от входных управляющих воздействий – на примере измерения дымности ОГ дизелей в режиме свободного ускорения.

Статические модели построены на основании корреляционно-регрессионного анализа зависимостей максимальной (пиковой) дымности ОГ на режиме свободного ускорения в функции от процедурных параметров режима (времени перемещения педали управления подачей топлива от φ_{\min} до φ_{\max}) в виде аддитивных (составных) моделей вида

$$D = D_{умчв} + a \cdot e^{-bt}, \quad (4)$$

где $D_{умчв}$ – измеренное значение дымности (% , m^{-1}) в установившемся режиме на максимальной частоте вращения коленчатого вала; t – время (длительность) режима свободного ускорения, сек ; a и b – коэффициенты уравнения; $a \cdot e^{-bt}$ – составляющая дымности, учитывающая режим свободного ускорения.

Динамические модели построены на основе дифференциальных и разностных уравнений с использованием метода последовательной линеаризации (МПЛ) [1].

Наилучшие результаты дала модель с двумя входами (первый вход – положение педали управления подачи топлива $u[t]$, второй вход – частота вращения коленчатого вала $u_1[t]$) второго порядка и выходом (дымность ОГ) $y[t]$, четвертого порядка:

$$\begin{aligned} y[t] &= a_1 \cdot y[t-1] + a_2 \cdot y[t-2] + a_3 \cdot y[t-3] + a_4 \cdot y[t-4] + a_5 \cdot u[t-1] + a_6 \cdot u[t-2] + a_7 \cdot u_1[t-1] + a_8 \cdot u_1[t-2], \\ y[0] &= y[-1] = y[-2] = y[-3] = 0 \end{aligned} \quad (5)$$

В результате расчетно-экспериментальных исследований выявлена закономерность формирования показателей дымности ОГ дизелей на режиме свободного ускорения в функции от входного управляющего воздействия: темп нажатия на педаль управления подачей топлива влияет на величину дымности ОГ дизелей и его необходимо учитывать при измерении.

Построенные статические и динамические модели дымности ОГ дизелей на режиме свободного ускорения в функции от темпа нажатия на педаль управления подачей топлива позволили количественно зафиксировать и установить, что отечественные автомобили, находящиеся в рядовой эксплуатации не укладываются в оговоренный и ГОСТ Р 52160-2003 диапазон устойчивости $0,25 m^{-1}$, поэтому необходимо либо увеличить допуск на разбросы результатов дымности ОГ, либо контролировать темп нажатия на педаль управления подачей топлива датчиком и корректировать дымность ОГ с учетом его показаний [2].

Разработанная концепция измерения дымности ОГ дизелей на режиме свободного ускорения, основанная на регистрации темпа нажатия на педаль управления подачей топлива и приведения результата измерения дымности ОГ к стандартизированному значению темпа, позволяет исключить влияние человеческого фактора на результаты измерений, снизить вероятность ошибки при оценке технического состояния АТС, снизить разбросы в результатах измерений и, как следствие, продолжительность и затраты на измерения (Патент РФ № 2215276).

Задача оценки влияния фактора $P_i(x_i, y_i, z_i)$ – параметров взаимного расположения контролируемого АТС и измерительного прибора на среднеквадратические отклонения (СКО) измерений (функционал 2) рассмотрена на примере лазерной измерительной системы на основе трех излучателей, работающих в дискретном режиме определения координат контрольных точек АТС.

Для решения задачи был разработан алгоритм расчета погрешности измерения геометрических параметров АТС, элементы которого применяются при решении навигационных задач, а именно, вариант определения теоретической погрешности на основе активно-дальномерного метода расчета координат точек [3]. При этом определение положения точки на поверхности АТС и ее СКО сведено к решению системы уравнений второго порядка численным методом, а в качестве измеряемых параметров при определении пространственных координат принимали дальности от измерителей до контрольных точек автомобиля.

Результат измерения можно представить в общем виде:

$$R_{\text{изм}i} = R_i + \Delta, \quad (6)$$

где Δ – среднеквадратическая погрешность измерения; R_i – истинное значение дальности.

Связь расстояния с координатами в пространстве определяется системой уравнений:

$$R_i = \sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2}, \quad (7)$$

где $i=1...3$ – текущий номер лазерного измерителя; x_i, y_i, z_i – пространственные координаты i -го лазерного измерителя; x, y, z – искомые координаты контрольной точки на поверхности автомобиля.

Система уравнений с тремя неизвестными (7) решалась итерационным методом Гаусса – Ньютона. Координаты начального приближения x_0, y_0, z_0 , используемые для первоначального решения системы, определены из априорных данных о месте контрольной точки. Для линеаризации уравнений использовался ряд Тейлора.

В результате решения задачи для различных вариантов расположения элементов системы выявлена закономерность формирования среднеквадратических погрешностей измерения 3D-лазерными системами в функции от расположения элементов измерительной системы между собой и относительно контролируемого АТС: эти факторы необходимо учитывать и оговаривать в правилах по эксплуатации измерительных систем.

Разработанная методология анализа позволила научно обосновать требования к структуре, параметрам и технологии применения дискретной лазерной измерительной системы, обеспечивающим минимальную среднеквадратическую погрешность измерения геометрических параметров АТС в условиях эксплуатации, а именно: расстояния D между измерителями дискретной лазерной системы и до контролируемой точки должны быть равными, т.е. образовывать равностороннюю пирамиду, а при измерении отрезка L грани пирамиды должны быть не меньше его длины; при отклонении от указанных требований происходит увеличение среднеквадратических погрешностей измерения геометрии АТС в соответствии с моделью экспоненциального вида с усеченным двумерным полиномом 3-го порядка в показателе степени

$$\Delta = a_0 \cdot \exp[a_1 D + a_2 D^2 + a_3 L^2 + a_4 L^2 D + a_5 L^2 D^2 + a_6 L^3], \quad (R^2 = 0,89 - 0,99). \quad (8)$$

Разработанные концепции лазерных измерительных систем для определения геометрических параметров АТС в условиях эксплуатации позволяют бесконтактным способом осуществлять измерения без использования дополнительных мер и специальных мишеней (Патенты РФ № 2239505, № 2291751, № 2314492) [4].

Для решения задачи разработки методологии оценки технического уровня и качества ТО применяемого при ТОиР, испытаниях и контроле параметров АТС (функционал 3), использованы элементы классической квалиметрии.

При рассматриваемом подходе формируется массив однородного по назначению оборудования, для каждого образца которого требуется найти комплексный показатель технического уровня и качества, а сам массив ранжировать.

Согласно квалиметрии, совокупность свойств, формирующих качество оборудования, разлагается до уровня простых и измеряемых свойств. Комплексный показатель качества K_{kj} оборудования определяется как среднее взвешенное арифметическое

$$K_{kj} = \sum_{i=1}^n Q_{ij} G_i. \quad (8)$$

где Q_{ij} – простые свойства оборудования, причем ($i = 1, \dots, n$, n – количество рассматриваемых свойств оборудования, $j=1, \dots, m$, m – количество образцов оборудования в рассматриваемом массиве); G_i – коэффициенты весомости свойств оборудования.

Поскольку значения отдельных показателей свойств имеют разные единицы измерения, проводится нормирование значений этих показателей по следующей формуле:

$$K_{ij} = \frac{Q_{ij} - q_i^{\text{бр}}}{q_i^{\text{эт}} - q_i^{\text{бр}}}, \quad (9)$$

где K_{ij} – нормированный (относительный) показатель i -го свойства j -го варианта объекта; $q_i^{\text{бр}}$ – браковочное значение i -го показателя; $q_i^{\text{эт}}$ – эталонное значение i -го показателя. Итоговая оценка качества j -го варианта объекта может быть вычислена по формуле

$$K_{kj} = \sum_{i=1}^n K_{ij} G_i, \quad (10)$$

где K_{kj} – комплексный показатель качества j -го объекта.

Неизвестные значения коэффициентов весомости получали из решения системы линейных алгебраических уравнений

$$\left\{ \begin{array}{l} K_{11}G_1 + K_{21}G_2 + \dots + K_{n1}G_n + C = K_{k1} \\ K_{12}G_1 + K_{22}G_2 + \dots + K_{n2}G_n + C = K_{k2} \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ K_{1m}G_1 + K_{2m}G_2 + \dots + K_{nm}G_n + C = K_{km} \end{array} \right. \quad (12)$$

В правой части уравнений системы (12) значения K_{kj} заменяли значениями общего показателя эффективности \mathcal{E}_j образцов ТО (прибыль за нормативный срок службы), полученными на основе имитационного моделирования работы образцов ТО в идентичных условиях эксплуатации с заданной производственной программой. Используя показатели эффективности, полученные для каждого образца (из массива) ТО в идентичных условиях эксплуатации, аналитически рассчитывали коэффициенты весомости свойств ТО и комплексный показатель качества K_{kj} каждого образца.

Проведенная по изложенной методике оценка технического уровня и качества массива автомобильных двухстоечных подъемников показала, что известные в отрасли методические подходы к оценке технического уровня и качества ТО, основанные на условии равновесности свойств, либо на их экспертных оценках, не всегда правомерны, в связи с чем представляется целесообразной комплексная оценка технического уровня, качества и конкурентоспособности ТО на основе квалиметрии с элементами имитационного моделирования.

Рассчитанные аналитически коэффициенты весомости одних и тех же свойств для различных условий эксплуатации (загрузки поста) принимают различные значения. Это означает, что в различных условиях эксплуатации сильнее проявляются и становятся более значимыми те или иные свойства ТО.

Рассчитанный комплексный коэффициент качества имеет высокую тесноту связи с прибылью от использования ТО ($R^2 = 0,78-0,89$), что подтверждает обоснованность использования его в качестве критерия эффективности и конкурентоспособности ТО для ТОиР АМТС.

Анализ технического уровня и эффективности различных видов ТО по предложенной методике позволяет оценивать конкурентоспособность образцов, выявлять

показатели и свойства, оказывающие наиболее весомое влияние на качество ТО для ТОиР и определять пути его повышения [5].

В рамках решения задачи совершенствования методологии сертификации ТО по потребительским свойствам предлагается видоизменить парадигму добровольной сертификации, дополнив традиционный подход вариантом (14)

$$K_{kj} > K_{kj} > K_{kj} > K_{kj} > \dots K_{kj}, \quad (14)$$

где K_{kj} – комплексный показатель качества j -го объекта; $j=1, \dots, m$, m – количество образцов оборудования в рассматриваемом массиве.

То есть, предлагается, используя методологию определения комплексного показателя K_{kj} ТО, изложенную выше, ранжировать массив конкурентных образцов оборудования и удостоверить ранжированный ряд образцов сертификатом. Предлагается название такого сертификата – «Сертификат потенциальных свойств изделия». Выдавать такие сертификаты должны независимые и компетентные органы по сертификации, получившие аккредитацию на данный вид работ. Названный сертификат будет удостоверить, что образец продукции А лучше (на основании комплексного показателя качества K_{kj}) образца В, а образец В лучше С и т.д. – для конкретных условий эксплуатации.

Наличие сравнительной информации по техническим характеристикам и комплексному показателю качества образцов продукции позволит потенциальным приобретателям грамотно выбрать оборудование для своих специфических условий эксплуатации и тем самым «голосовать рублем» за качественную и соответствующую их условиям продукцию, а также, вследствие имеющегося авторитета всей сертификационной отрасли, подстегнет производителей к совершенствованию потребительских свойств производимой ими продукции.

Разработаны концептуальные и теоретические основы создания виртуальных средств контроля и диагностики параметров АТС на основе элементов систем технического зрения:

- метод виртуального измерения дымности ОГ дизелей, предусматривающий видеосъемку и обработку в реальном масштабе времени изображений ОГ на фоне черно-белого экрана, отличающийся от известных тем, что позволяет разделять поток ОГ на компоненты, формирующие черноту ОГ (частицы сажи) и компоненты, формирующие белизну ОГ (белесые частички несгоревшего топлива, масла и паров воды), а также проводить их раздельную обработку и анализ в дальнейшем; разделение дымности ОГ на черные и белесые компоненты, а также прямое измерение цвета изображений ОГ дизелей в системе RGB предлагаемым методом значительно повышает информативность оценки технического состояния дизелей и обеспечивает снижение затрат и себестоимости диагностирования (Патент РФ № 2366930);

- метод виртуального контроля суммарного люфта рулевого управления на основе регистрации вебкамерами входного (тестового) воздействия на рулевое колесо и выходного воздействия (реакции) управляемого колеса, с алгоритмом вычисления, основанным на элементах аналитической геометрии по координатам точек, выделенных на изображениях с синхронизированных кадров двух видео-потоков (Решение от 27.02.2012 о выдаче Патента РФ по заявке № 2011111975 от 29.03.2011).

Библиографический список

1. Блянкинштейн И.М., Воеводин Е.С., Рубан А.И. Идентификация динамических характеристик дымности отработавших газов дизелей на режиме свободного ускорения. Вест. Краснояр. гос. техн. ун-та. Вып. 34. Транспорт.: ИПЦ КГТУ, 2004. – С. 149–155.
2. Блянкинштейн И. М. К вопросу измерения и нормирования дымности отработавших газов / И. М. Блянкинштейн, Е. С. Воеводин // Ассоциация автомобильных инженеров: Материалы конференции. Вып. 10. – ФГУП НИЦИАМТ, 2003. – С. 31–36.
3. Блянкинштейн И. М. Алгоритм и методика исследования погрешностей измерения геометрических параметров АТС 3D-системами / И. М. Блянкинштейн, М. М. Валиханов, А. С. Кашура // Автомобильная промышленность. – 2009. – № 11. – С. 31–35.
4. Блянкинштейн И. М. Лазерные системы контроля геометрических параметров АТС / И. М. Блянкинштейн, А. С. Кашура // Автомобильная промышленность. – 2010. – № 8. – С. 30–32.
5. Блянкинштейн И.М. Оценка конкурентоспособности технологического оборудования для технического обслуживания и ремонта автомобилей : учеб. пособие / И. М. Блянкинштейн. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2010. – 104 с.

УДК 004.4

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПО КОНТРОЛЮ ДОЛЖНОСТНЫХ ОПЕРАЦИЙ ВЫПОЛНЯЕМЫХ РАБОТНИКАМИ ЛОКОМОТИВНЫХ ДЕПО

А.Ю.Ткаченко, студент 5-го курса, институт информационных технологий и моделирования, ИрГУПС (e-mail: banderos.-88@mail.ru, dk.darkain@gmail.com; тел: +7 908 666 3319); Д.Г.Феоктистов, к.ф.-м.н., начальник отдела ВЦИ, ИрИВЦ (e-mail: dfeok@irk.esrr.ru; тел: +7 (3952) 643-636).

В представленной статье описывается разработанное программное обеспечение, реализующее контроль выполнения должностных операций, выполняемых работниками локомотивных депо на основе составления конечных автоматов.

Ключевые слова: программное обеспечение, РЖД, ИрИВЦ, локомотивное депо.

В условиях рыночной экономики и проводимой реструктуризации железнодорожного транспорта необходим интенсивный поиск эффективной технологии контроля перевозочного процесса и методов его реализации, направленный как на улучшение экономических показателей работы, так и на повышение качества перевозок. При этом одной из важных мер является совершенствование системы контроля работы локомотивных депо.

На железной дороге зачастую возникают случаи нарушений, связанных с некорректными и недолжным образом оформленными действиями работников локомотивных депо. К примеру, бывают случаи, когда сначала идет сдача работы локомотивной бригады, а только потом дежурный по станции оформляет прибытие поезда, либо несколько раз оформляются простои без отправлений и прибытий поезда, что является серьёзным нарушением.

Возникновение данных нарушений в первую очередь выражается на целостности хронологической цепочки операций, выполняемых локомотивными бригадами, что очень сильно сказывается при расчете рабочего времени, времени отдыха локомотивной бригады, а также мешает корректной обработке информации в других системах, таких, как: АСОУП, СИРИУС, ГИД.

Данные нарушения можно свести к минимуму, путём своевременного обнаружения, как самих нарушений, так и их источников, над которыми в дальнейшем проводить производственные проверки.

Постановка задачи

Вследствие того, что у ОАО “РЖД” отсутствовала система по обнаружению вышеописанного рода нарушений, было решено разработать программное обеспечение, которое выполняет контроль корректности операций, выполняемых локомотивными депо. Контроль корректности заключается в выявлении фактов несоответствия порядка фактически зафиксированных операций локомотивных бригад с эталонным порядком операций.

Кроме того разрабатываемое программное обеспечение должно:

- иметь удобный инструмент для составления правил, по которым производить проверку корректности;
- иметь возможность вывода на экран вспомогательных данных (фамилию машиниста, номер поезда, станцию возникновения) об обнаруженном нарушении;
- иметь возможность расширения, за счет аналогичной проверки других таблиц.

Архитектура сети

Работа программного обеспечения осуществляется по трёхуровневой архитектуре, изображенной на рисунке **Ошибка! Источник ссылки не найден.** Применение данной архитектуры позволяет быстро разрабатывать простые в сопровождении и установке, надежные, распределенные базы данных. Благодаря такой организации сети у клиентов нет необходимости беспокоиться о расположении и устройстве серверов баз данных и вести подключение через единый, промежуточный сервер приложений, который в свою очередь осуществляет подключение к необходимому серверу системы управления базой данных (СУБД).

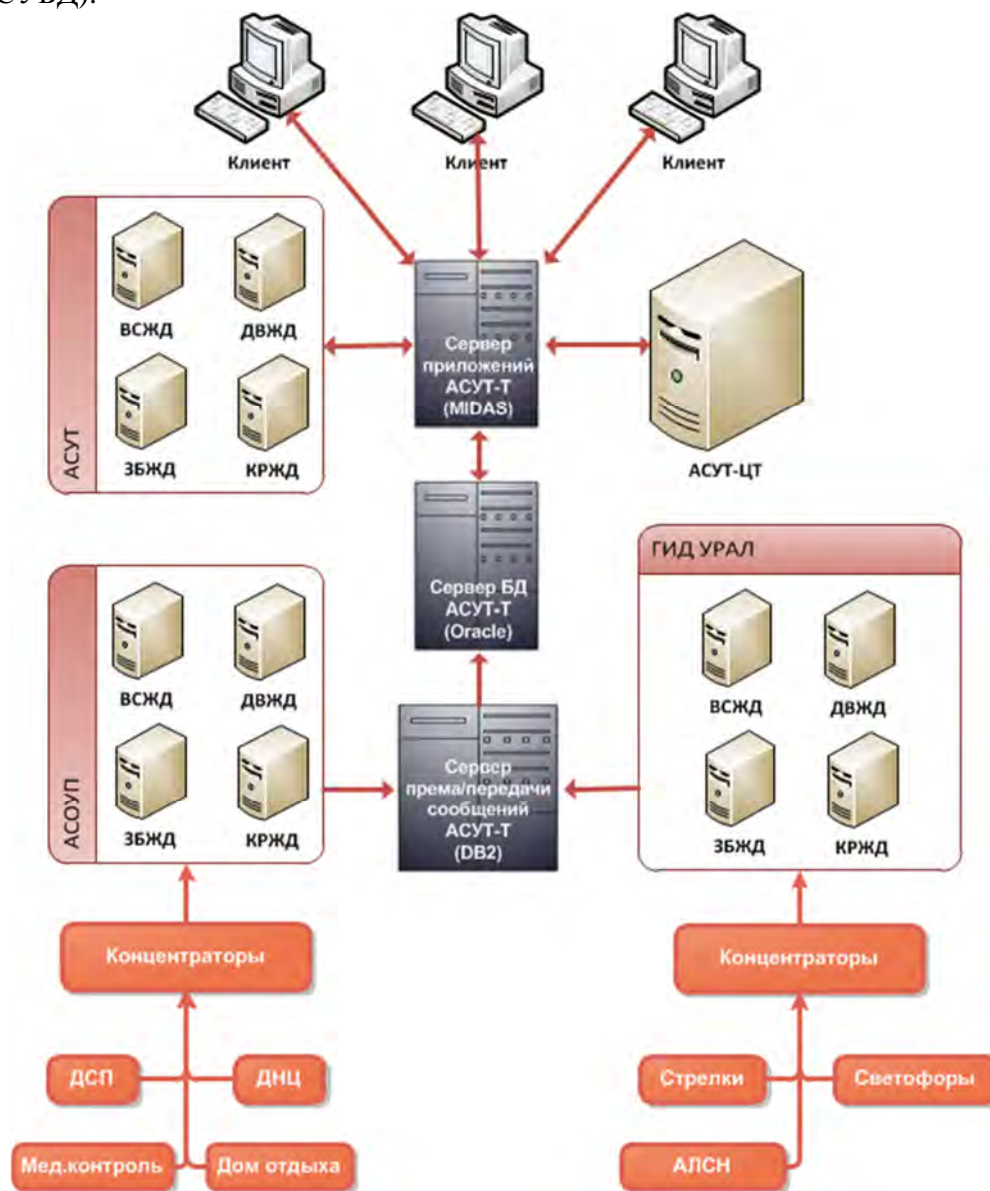


Рис. 1. Архитектура сети

Из рисунка **Ошибка! Источник ссылки не найден.** видно, что каждые действия, выполняемые локомотивными бригадами, фиксируются основными узлами железнодорожной сети, такие как:

- поездные диспетчеры (ДНЦ);
- дежурные по станции (ДСП);
- дежурные по парку (ДСПП);

-
- дома отдыха локомотивных бригад;
- устройства СЦБ (стрелки, светофоры, локомотивная сигнализация и т.п.).

При этом на концентраторы, обеспечивающие гарантированную доставку сообщений, посылаются соответствующие выполненным действиям команды. После прохождения нескольких концентраторов, данные поступают на сервера автоматизированной системы оперативного управления перевозками (АСОУП) и системы графика исполненного движения (ГИД), которые в свою очередь сохраняют данные команды на сервере приёма/передачи сообщений.

Сервер приёма/передачи сообщений, работающий под управлением СУБД DB2 сохраняет у себя полученные команды и дублирует их на сервер базы данных автоматизированной системы оперативного управления локомотивным хозяйством (АСУТ-Т), который работает под управлением СУБД Oracle.

В свою очередь клиентское программное обеспечение имеет доступ к серверу базы данных АСУТ-Т через сервер приложений АСУТ-Т.

Исходные данные

В качестве исходных данных выступает таблица, находящаяся на сервере базы данных АСУТ-Т, в которой находится следующая информация:

- дата;
- идентификатор машиниста;
- идентификатор локомотива;
- идентификатор маршрута;
- выполненная операция.

В данной таблице накапливаются данные со всей дороги, и ежедневно добавляется порядка 100000 записей. Вследствие большого размера, таблица, партиционирована по дате.

Методы решения поставленной задачи

Составление правил было решено реализовывать при помощи построения конечного автомата, который представляет собой ориентированный граф, изображённый на рисунке 1, вершинами которого являются операции, выполняемые локомотивными бригадами, а рёбрами – возможные переходы между двумя операциями.

В качестве инструмента для составления конечного автомата был создан компонент “DKGraph”, изображённый на рисунке 1, который позволяет составлять граф, при помощи использования мыши и клавиатуры.

Для снижения перегрузки составляемого графа большим количеством вершин было решено добавить следующий функционал к инструменту для построения графов:

- группировка нескольких операций в одной вершине;
- пропуск вершины “○” - указывается, если нет строгой необходимости учета данной операции, и можно выполнять переходы между вершинами, находящимися смежными с ней;
- переходы внутри вершины “⊙” - указывается, если необходимо разрешить переходы между всеми состояниями, находящимися внутри вершины;
- переход вершины самой в себя “○” – указывается для разрешения перехода между одинаковыми операциями.

Кроме инструмента для составления правил по корректным цепочкам операций, также был разработан инструмент, изображённый на рисунке 2, для указания таблиц базы данных, над которыми необходимо производить анализ при помощи составленных конечных автоматов.

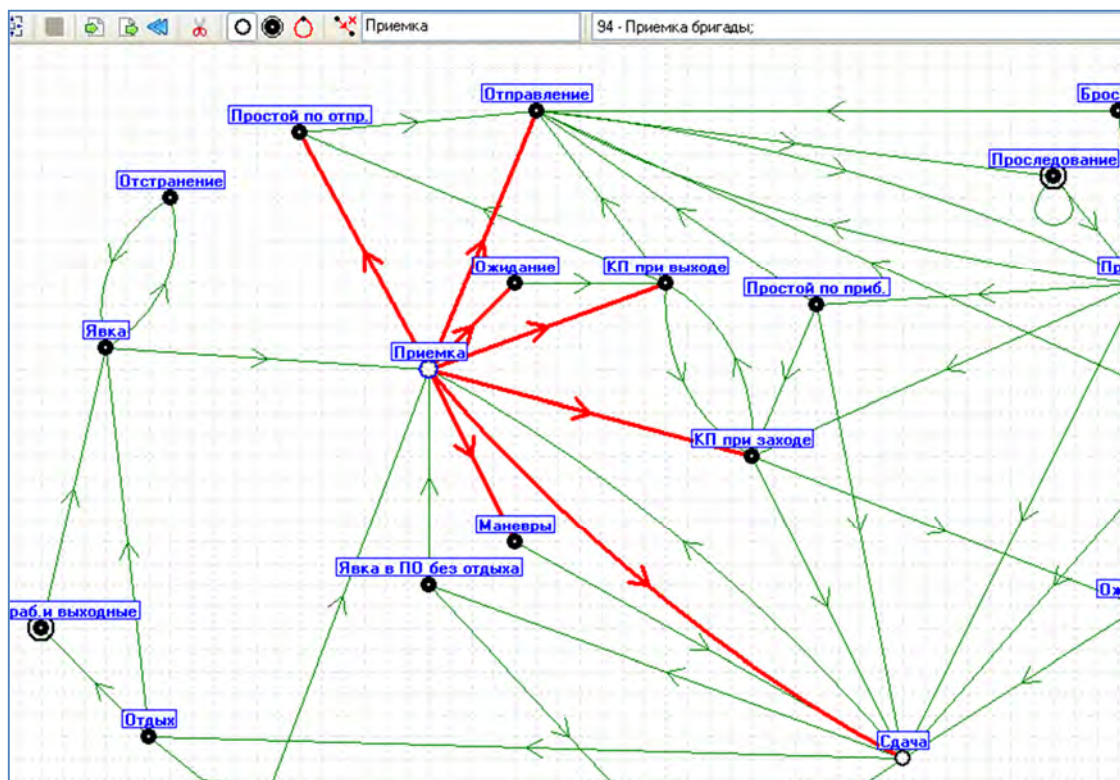


Рис. 1. Конечный автомат с корректными цепочками

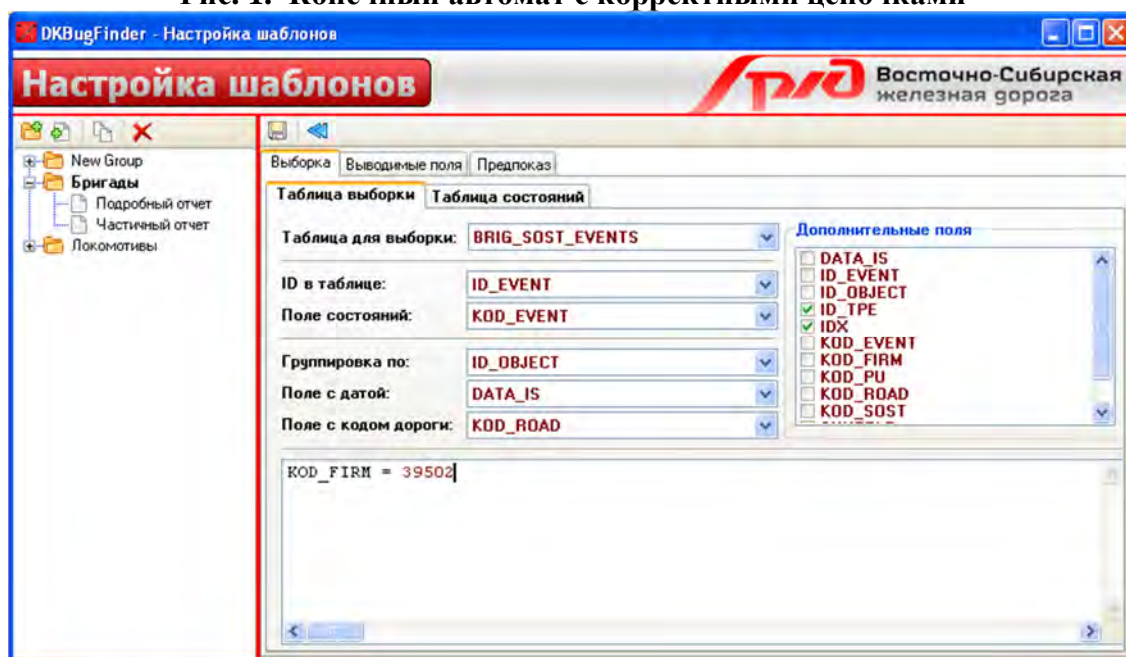


Рис. 2. Выбор таблицы для анализа

Для вывода отчета в удобном виде был разработан редактор, изображенный на рисунке 3, для составления прикрепляемых таблиц и указания порядка выводимых на экран столбцов. В данном редакторе можно указать таблицы, которые будут накладываться на результаты выборки некорректных операций, для того, чтобы видеть связанные с нарушением данные, такие как: фамилия машиниста, станция возникновения нарушения и прочее.

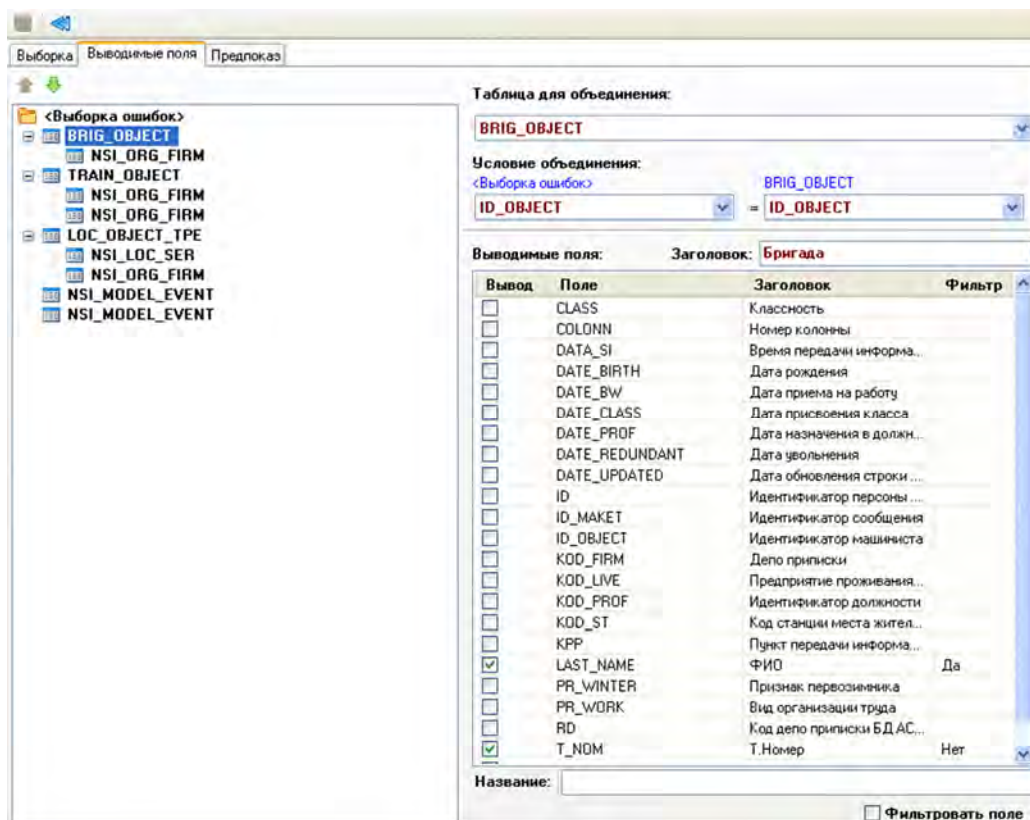


Рис. 3. Редактор вида выводимого отчета

Принцип работы

Для непосредственной выборки нарушений, составленный конечный автомат преобразовывается в соответствующий PL/SQL запрос, с учетом выбранной для анализа таблицы, который в свою очередь будет исполнен на сервере базы данных. Сформированный PL/SQL запрос, изображенный на рисунке 5, представляет собой небольшую программу, которая выполняется средствами СУБД.

После отработки данного запроса, во временную таблицу базы данных будут добавлены записи, с отобранными нарушениями, которые в свою очередь будут объединяться с таблицами, указанными в редакторе выводимого отчета, и выводиться пользователю на экран, как изображено на рисунке 4.

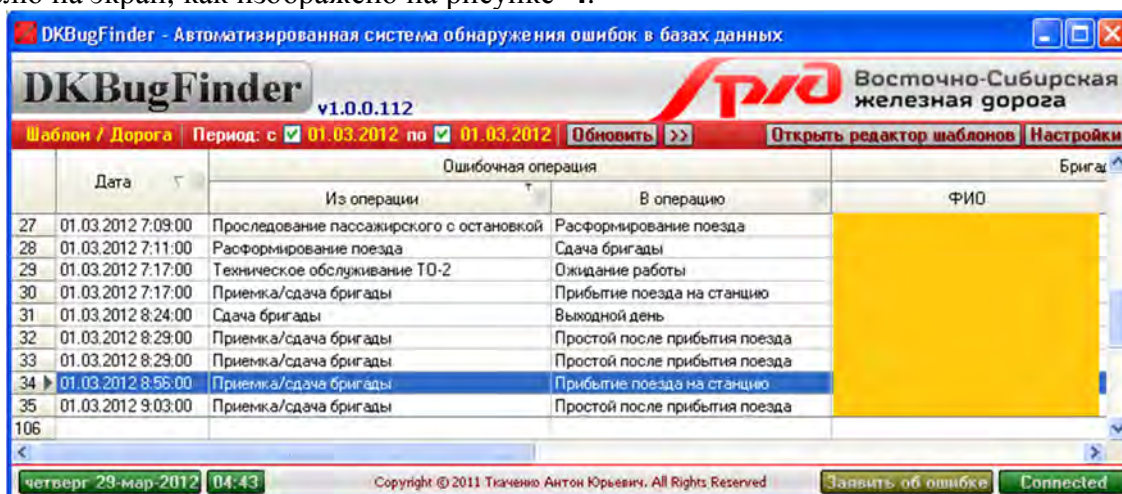


Рис. 4. Составленный отчет о нарушениях

```

DECLARE
i number; e number; ep number; o number; r number; op number; id number; d date;
id0 number;
id1 number;
id2 number;

CURSOR cur IS
select ID_EVENT as SL0, KOD_EVENT as SL1, ID_OBJECT as SL2, DATA_IS as SL3, KOD_RO
from BRIG_SOST_EVENTS
where ((KOD_ROAD = 92) or (KOD_ROAD >= 990)) and (DATA_IS >= to_date('01.02.2012',
order by SL2, SL0;

function prov return boolean
is begin
case ep
when 536 then return e in(532,552,94,95,1004,6,547,93,13,11,47,46,
when 528 then return e in(532,552,94,95,1004,6,547,93,13,11,47,46,
when 529 then return e in(532,552,94,95,1004,6,547,93,13,11,47,46,
when 535 then return e in(532,552,94,95,1004,6,547,93,13,11,47,46,
when 94 then return e in(1004,6,547,93,95,13,11,47,46,538,537,531,
when 95 then return e in(1004,6,547,94,93,13,11,47,538,537,531,46,
...
else return false;
end case;
end;

BEGIN

OPEN cur;
ep:=-1; op:=-1;
id:=0;
LOOP
FETCH cur INTO i,e,o,d,r,id0,id1,id2;
EXIT WHEN cur%NOTFOUND;
if (ep <> -1) and (op = o) then
if not prov then
id:=id+1;
insert into DK_GR_TMP_(ID, ID_SESS, DATE_ADD, ID_O
end if;
end if;
ep:=e;
op:=o;
END LOOP;
CLOSE cur;
END;

```

Рис. 5. Сгенерированный запрос для выявления нарушений

При этом можно просмотреть хронологию выполняемых операций по выделенному нарушению, как изображено на рисунке 6.

Порядок операций выбранного объекта			
	№	Дата	Операция
Бригада ФИО: ██████████ Т. ном.: ██████ Депо прип.: ██████████	1	29.02.2012 10:18	Явка на работу после отдыха по месту жительства
	2	29.02.2012 10:31	Приемка бригады
	3	29.02.2012 10:52	Проход КП при выезде из депо
Локомотив Номер: 2 Серия: 23С5К Депо прип.: ТЧЗ Вихоревка	4	29.02.2012 11:57	Отправление поезда со станции
	5	29.02.2012 12:58	Проследование поездом станции
	6	29.02.2012 14:34	Проследование поездом станции
Поезд Номер: 2895 Ст.Формирования: Комсомольск-	7	29.02.2012 15:54	Прибытие поезда на станцию
	8	29.02.2012 16:20	Отправление поезда со станции
	9	29.02.2012 17:04	Прибытие поезда на станцию
Сорт Ст.Назначения: Латыши Станция: Тайшет	10	29.02.2012 17:08	Отправление поезда со станции
	11	29.02.2012 17:35	Прибытие поезда на станцию
	12	29.02.2012 18:38	Начало отдыха в пункте оборота
	13	01.03.2012 00:01	Явка после отдыха в пункте оборота
	14	01.03.2012 01:30	Приемка бригады
	15	01.03.2012 01:45	Отправление поезда со станции
	16	01.03.2012 04:06	Прибытие поезда на станцию
	17	01.03.2012 04:18	Отправление поезда со станции
	18	01.03.2012 05:34	Проследование поездом станции
	19	01.03.2012 06:30	Приемка/сдача бригады
	20	01.03.2012 08:56	Прибытие поезда на станцию
	21	01.03.2012 09:46	Простой после прибытия поезда
	22	01.03.2012 09:55	Проход КП при заходе в депо
	23	01.03.2012 10:05	Сдача бригады
	24	01.03.2012 10:41	Начало отдыха по месту жительства
	25	01.03.2012 10:44	Выходной день

Рис. 6. Хронология операций по выбранному нарушению

Для просмотра хронологии будет выполнен запрос, на получение выполненных операций машинистом за полный цикл работы – от начала, до конца явки на работу.

После разработки, тестирования и локализации ошибок программный продукт настроен под работу с реальной, промышленной базой данных АСУТ и представлен начальнику отдела ВЦИ ИрИВЦ для оценки работы программы.

С использованием данной программы выявлен ряд типичных ошибок, которые делали работники локомотивных депо при вводе в систему АСУТ операций по бригадам.

На данный момент программное обеспечение готовится к внедрению на Восточно-Сибирскую и Красноярскую железные дороги и оформляется заявка на рационализаторское предложение.

Библиографический список

1. Хомоненко А.Д., Гофман В.Э. Самоучитель Delphi – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 576 с.;
2. Скотт Урман, Рон Хардман, Майкл МакЛафлин. Oracle Database 10g. Программирование на языке PL/SQL – М., 2007. – 792с;
3. Коннор МакДональд, Хаим Кац, Бек Кристофер. Oracle PL/SQL для профессионалов: практические решения – СПб., 2005 – 560с.;
4. Кирьянчиков В.А. Качество и надежность программного обеспечения - СПб.: СПбГЭТУ, 2001. – 57 с.;
5. Константайн Л., Локвуд Л. Разработка программного обеспечения – СПб.: Питер, 2004. – 592 с.

ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИНТЕГРИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ БОРТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ САМОЛЕТОВ

А.Л. Кивокурцев E-mail: kivokurtsev_al@mail.ru

Кафедра авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов
Московский государственный технический университет гражданской авиации
(Иркутский филиал)

Рассматриваются основные характеристики эффективности технической эксплуатации для некоторых отечественных и зарубежных самолетов. Анализируется эксплуатационная надежность ИКБО самолетов семейства Ту-204. Выделяется ряд систем с низким уровнем надежности, даются рекомендации по особенностям изучения и дальнейшей эксплуатации бортовых систем. Рассматриваются перспективы создания отказоустойчивых структур ИКБО, с возможностью их эксплуатации по состоянию.

Ключевые слова: интегрированные комплексы бортового оборудования, отказоустойчивость, эффективность технической эксплуатации самолетов, анализ эксплуатационной надежности бортового оборудования.

В настоящее время на международных и внутренних воздушных трассах используются самолеты Ту-204-100, Ту-204-300, Ил-96-300, растет использование авиакомпаниями страны самолетов иностранного производства – А-310, А-320, В-757, В-767 и других. Комплекс бортового оборудования современного самолета представляет собой высоко интегрированную и сложную информационно-управляющую систему с многоуровневой организацией информационного обмена и вычислительного процесса, обусловленной как функциональными требованиями к оборудованию самолета, так и требованиями по его надежности и безотказности функционирования.

По данным ИКАО около 20-30% всех авиационных происшествий происходит из-за отказов авиационной техники, до 14% авиационных происшествий являются следствием низкого качества технического обслуживания авиационной техники, т.е. происходят по вине инженерно-технического состава авиационных предприятий [1,2].

Поэтому анализ эксплуатационной надежности и формирование рекомендаций по технической эксплуатации авионики современных самолетов является очень актуальным. Учитывая опыт эксплуатации авиационной техники в российских авиакомпаниях, необходимо отметить важность подготовки специалистов ИАС (выпускников вузов) по эксплуатации и ремонту авиационной техники. В этой связи акцентируется эксплуатационная направленность изучаемых в вузе специальных дисциплин, здесь кроме изучения студентами принципов построения и особенностей функционирования систем бортового оборудования очень важны знания основ их технической эксплуатации, умения самостоятельно изучать и анализировать работу систем с использованием штатной контрольно-проверочной аппаратуры (КПА) и технической документации.

В гражданской авиации простой парка воздушных судов по причине неисправности приводит к огромным экономическим потерям. Среднесуточный налет воздушных судов должен составлять не менее 8-10 часов, в противном случае эксплуатация становится убыточной для авиапредприятия. На рис.1 приведена диаграмма одной из основных характеристик эффективности технической эксплуатации для некоторых отечественных и зарубежных самолетов.

Как следует из диаграммы, эффективность эксплуатации отечественных самолетов типа Ту-154 явно мала, она обеспечивает среднесуточный налет немногим более 4-х часов, при этом более четверти годового ресурса времени тратится на ремонтные работы. Среднесуточный налет самолета В-767 составляет около 15 часов. Эффективность

эксплуатации самолетов типа А320 и Ту-204 имеет приблизительно одинаковый уровень. Некоторые российские авиакомпании доказали, что при наличии запасных конструктивно-функциональных модулей возможна эксплуатация самолета Ту-204-300 в период между периодическими видами ТО по 14 часов в сутки непрерывно на протяжении месяца, что является аналогичным показателем по сравнению с В-767 и лучшим показателем по сравнению с А-320 [1,2,3]

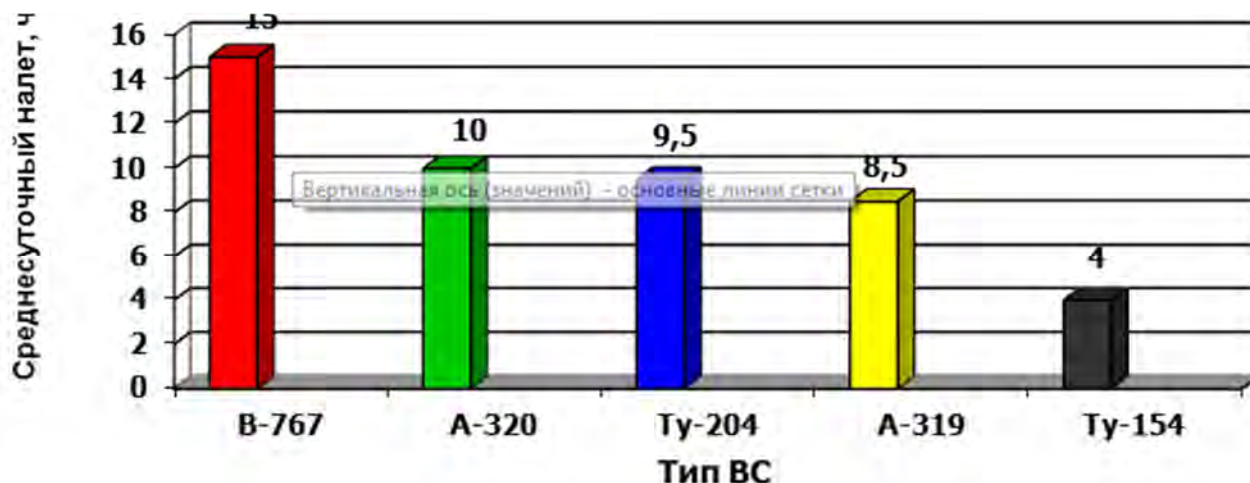


Рис.1. Среднесуточный налет воздушных судов

На основании материалов летно-технической конференции «Эксплуатация отечественной техники», проходившей в Минеральных Водах в 2010 году был произведен анализ отказов и неисправностей систем интегрированного комплекса бортового оборудования самолета ТУ-204 [3].

Анализ эксплуатационной надежности бортового оборудования и различных систем самолета Ту-204 одной из авиакомпаний позволяет выделить в процентном соотношении от общего числа неисправностей наиболее отказные системы. Основные проблемные системы ИКБО (радиотехническое оборудование 23%, ПНО - пилотажно-навигационное оборудование 16%, САУП – система автоматического управления полетом 7%), представленные на рис.2, составляют почти половину (46%) от всего количества отказов систем самолета.

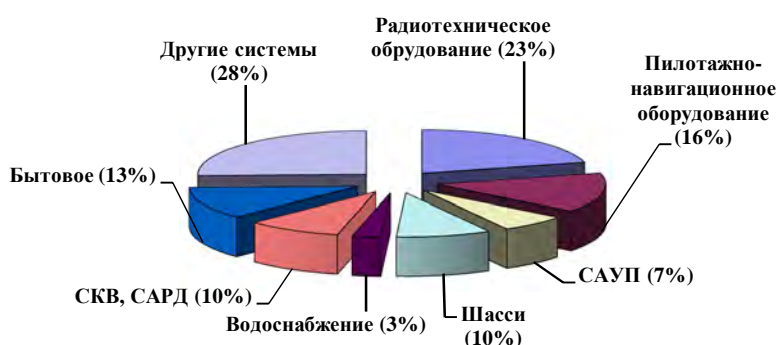


Рис. 2. Анализ эксплуатационной надежности систем самолета Ту-204

Распределение неисправностей по функциональным группам по самолетам типа Ту-204 можно представить в виде диаграммы на рис.3.

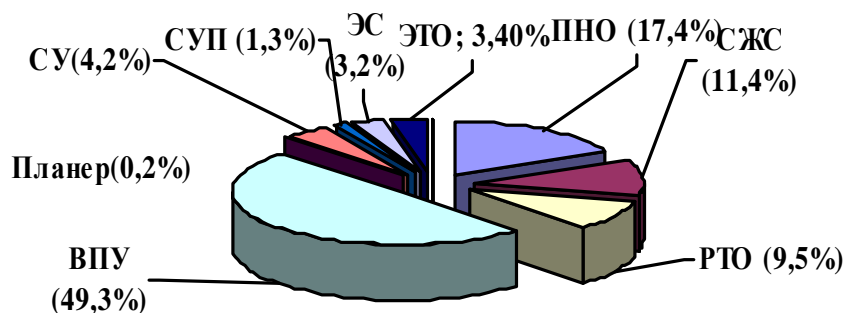


Рис. 3. Распределение неисправностей по функциональным группам

На рисунке выше введены следующие обозначения (рис.3):

ПНО – пилотажно-навигационное оборудование;

СЖС – система жизнеобеспечения и спасения;

РТО – радиотехническое оборудование;

ВПУ – взлетно-посадочные устройства;

СУ – силовая установка;

СУП – система управления самолетом;

ЭС – энергосистемы;

ЭТО – электротехническое оборудование

Лидером среди бортовых систем по отказам по-прежнему являются пилотажно-навигационное оборудование (17,4%), САУП очевидно вошло в группу ПНО и радиотехническое оборудование (9,5%).

Особое внимание было уделено изучению эксплуатационной надежности за период эксплуатации с 2005 по 2010 г.г. систем ИКБО – КСЦПНО-204 (комплекса стандартного цифрового пилотажно-навигационного оборудования, в руководстве по технической эксплуатации это раздел пилотажно-навигационное оборудование) самолетов ТУ-204 одной из авиакомпаний.

Наименее надежные системы представлены на рис. 4:

- вычислительная система самолетовождения (ВСС-85);
- вычислительная система управления полетом (ВСУП-85);
- комплексная информационная система сигнализации (КИСС-1-9);
- вычислительная система управления тягой (ВСУТ-85);
- автоматическая система штурвального управления (АСШУ-204);
- система электронной индикации (СЭИ-85).

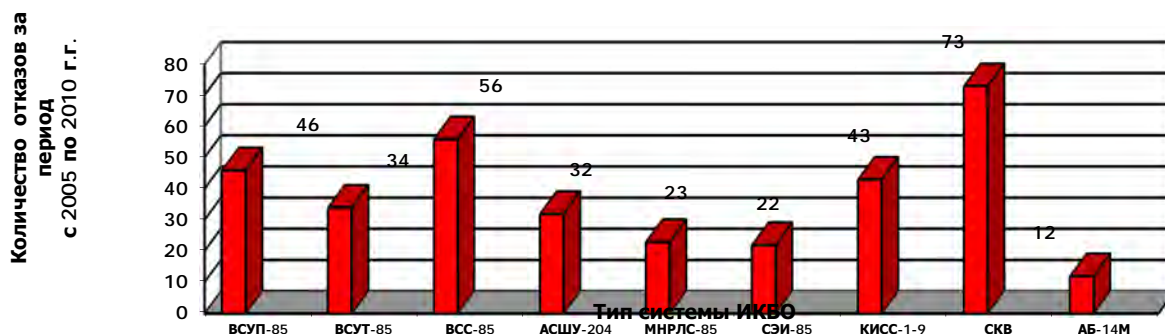


Рис. 4. Системы ИКБО с наибольшим количеством отказов

На эти системы приходится большее количество отказов за 5 лет эксплуатации ИКБО (ВСС-85 – 56 отказов, ВСУП-85 – 46 отказов, КИСС-1-9 – 43 отказа, ВСУТ-85 – 34 отказа, АСШУ-204 – 32 отказа, СЭИ-85 – 22 отказа).

Проведем анализ надежности по системам ВСС-85 ВСУП-85 КИСС-1-9 АСШУ-204 СЭИ-85, имеющим наибольшее количество неисправностей (количество отказов по устройствам в составе системы в % от общего количества отказов системы).

Характерные отказы ВСС-85:

- ЦВМ80- 40000 (69%)
- пульт ПУИ-85 (31%)

Характерные отказы ВСУП-85:

- блок БВУП-1-2 (68%)
- пульт ПУ-56 (32%)

Характерные отказы КИСС-1-9:

- индикатор ИМ-8-8 (7%)
- блок БВУ-3-8 (16%)
- блок БПС-8-1 (31 %)
- блок БФИ-3-8 (18 %)

Характерные отказы АСШУ-204:

- блок БВУУ-1-3 (14 %)
- блок БВУУ-1-5 (16 %)
- датчик ДУСУ-М-6АС (20 %)
- датчик ДУСУ-М-12АС (24 %)
- датчик ДУСУ-М-18АС (11 %)

Характерные отказы СЭИ-85:

- индикатор ИМ-8 (20 %)
- блок БВФ-1 (26 %)
- пульт ПУ СЭИ-2-1 (17 %)
- индикатор ИМ-3М-18 (37 %)

Анализ проявления отказов по основным этапам эксплуатации систем самолетов Ту-204 одной из авиакомпаний за период с 2005г. по 2010 г. представлен в виде диаграммы на рис. 5:

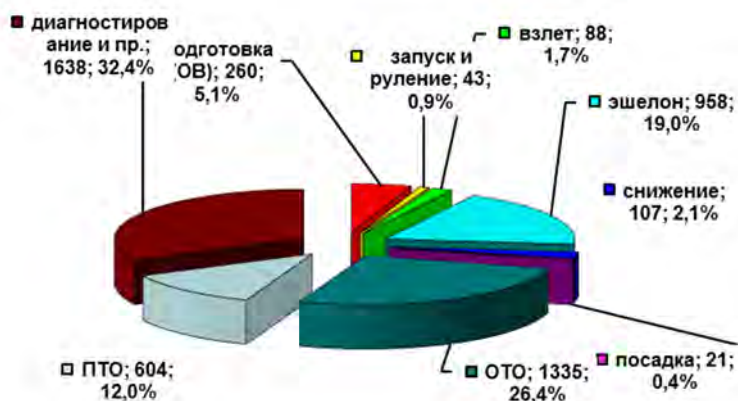


Рис. 5. Этапы проявления отказов

Таким образом, в основном проявление отказов бортовых систем происходит в полете и во время оперативного технического обслуживания и отказы ИКБО (пилотажно-навигационного оборудования) не являются исключением.

С целью повышения надежности КСЦПНО-204 рекомендовано:

1) При организации оперативных видов (формы Б) и особых видов (сезонные, специальные формы) технического обслуживания проводить:

- выборочную проверку конструктивно-функциональных модулей ВСС (ЦВМ80) с КПА ЦВМ80, а также в составе стендового комплекта, проверку пультов ПУ ВСС;
- выборочную проверку конструктивно-функциональных модулей ВСУП, ВСУТ;
- выборочную проверку конструктивно-функциональных модулей СЭИ, КИСС;
- проверку бесплатформенной ИНС (И-42-1), авагоризонта АБ-14М в динамическом режиме с использованием КПА,
- проверку датчиков ДУСУ из комплекта АСШУ-204

2) Изучить и отработать методику поиска и устранения неисправностей элементов, входящих в наименее надежные системы КСЦПНО с целью эффективной работы по устранению возможных неисправностей.

Данные материалы были обсуждены и обобщены на кафедре АЭС и ПНК с целью их использования в учебном процессе по дисциплинам: ОЭ и Э, БЦВУ и М, АП и ИИС, ПНК, САУ полетом.

Таким образом, опыт эксплуатации авиационной техники необходимо использовать не только при её эксплуатации в российских авиакомпаниях, но и в учебном процессе ВУЗов ГА для подготовки грамотных специалистов, способных качественно выполнять свои функциональные обязанности, в том числе в особых условиях при выполнении различных форм технического обслуживания.

Основой современных интегрированных комплексов бортового оборудования (ИКБО) является бортовая цифровая вычислительная система (БЦВС). По мере развития комплексов бортового оборудования возрастает их насыщенность средствами цифровой вычислительной техники, и надежность БЦВС становится определяющей для построения отказоустойчивых структур ИКБО.

По мере повышения степени интеграции элементов, снижения массы и габаритов БЦВМ, повышения вычислительной производительности появляются новые возможности по обеспечению высокой надежности и живучести комплексов за счет резервирования компонент БЦВС. Для этого несколько БЦВМ объединяются с помощью высокоскоростных линий передачи информации в локальную вычислительную сеть.

При этом используется важное свойство вычислительной сети, которое заключается в совместном использовании и перераспределении вычислительных ресурсов между вычислительными машинами в целях решения задач комплекса. При относительно небольших дополнительных затратах на резервирование обеспечивается принципиально новый высокий уровень надежности и живучести комплекса за счет взаимозаменяемости БЦВМ при отказах.

Рассмотрим повышение надежности многомашинной БЦВС ИКБО за счет введения резервирования. Обобщенная структура двухуровневой БЦВС отказоустойчивого ИКБО представлена на рис.6.

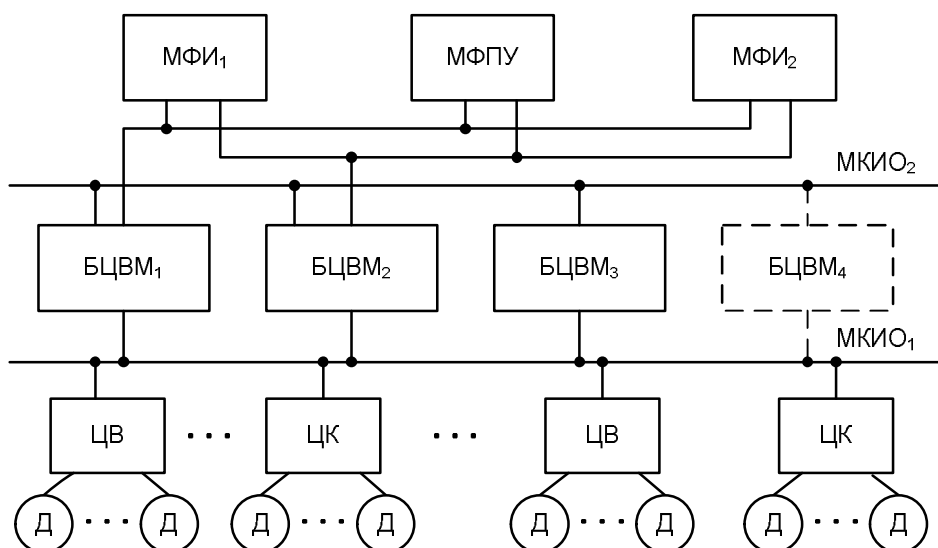


Рис.6. Структура двухуровневой бортовой цифровой вычислительной системы отказоустойчивого интегрированного комплекса бортового оборудования

Нижний (первый) уровень БЦВС предназначен для первичной обработки информации. Его составляют цифровые вычислители ЦВ или БЦВМ, которые выполняют первичную обработку сигналов, а также центры коммутации ЦК (блоки УВВ и блоки разовых команд), выполняющие сбор и преобразование информации от датчиков. К цифровым вычислителям и центрам коммутации подключаются датчики и приемники информации Д. Компоненты первого уровня объединены одним или несколькими резервированными мультиплексными каналами первого уровня МКИО₁.

Верхний (второй) уровень БЦВС предназначен для решения функциональных задач комплекса. Его составляют несколько БЦВМ, которые объединены более скоростными резервированными мультиплексными каналами второго уровня МКИО₂. На схеме показаны три основные БЦВМ и пунктиром четвертая резервная. БЦВМ второго уровня составляют управляющую вычислительную систему верхнего уровня УВСВУ. В системе обеспечивается доступ каждой БЦВМ ко всей информации. Для этого БЦВМ подключены к мультиплексным каналам первого уровня МКИО₁.

Информация от первого уровня по МКИО₁ поступает к БЦВМ второго уровня, которые решают функциональные задачи комплекса: задачи навигации, управления, отображения информации и контроля. Мультиплексные каналы второго уровня МКИО₂ обеспечивают обмен информацией между БЦВМ. К БЦВМ верхнего уровня подключено информационно-управляющее поле комплекса, в состав которого входят два многофункциональных индикатора МФИ и многофункциональный пульт управления МФПУ[4].

Рассмотрим варианты резервирования управляющей вычислительной системы верхнего уровня УВСВУ на примере, когда для обеспечения работоспособности БЦВС необходимы три вычислительных машины: БЦВМ₁, БЦВМ₂, БЦВМ₃. Рассмотрим два способа резервирования с разными уровнями затрат.

Введем коэффициент затрат K_3 , который оценивает относительное количество оборудования с учетом резервирования:

$$K_3 = (S_{\text{ОСН}} + S_{\text{РЕЗ}}) / S_{\text{ОСН}}$$

где $S_{\text{ОСН}}$ – количество основных БЦВМ, S – количество резервных БЦВМ.

Первый способ резервирования является традиционным и заключается в использовании еще трех вычислительных машин БЦВМ₁*, БЦВМ₂*, БЦВМ₃*, которые выполняют резервирование соответствующих БЦВМ₁, БЦВМ₂, БЦВМ₃. Этот способ назовем попарным резервированием. Так как при этом требуется шесть БЦВМ, то затраты при этом удваиваются. При попарном резервировании коэффициент затрат равен: $K_3 = 6 / 3 = 2$.

Второй способ резервирования использует возможности БЦВС как вычислительной сети по перераспределению решаемых задач и заключается в применении только одной дополнительной БЦВМ₄. При этом обеспечивается взаимозаменяемость БЦВМ и система работоспособна, если работоспособны любые три БЦВМ из четырех. Этот способ называется скользящим резервированием, так как резервная БЦВМ₄ выполняет функции любой из трех других при их отказах. При этом коэффициент затрат равен: $K_3 = 4 / 3 = 1,33$.

Структурные логические схемы надежности вариантов отказоустойчивых БЦВС представлены на рис.7.

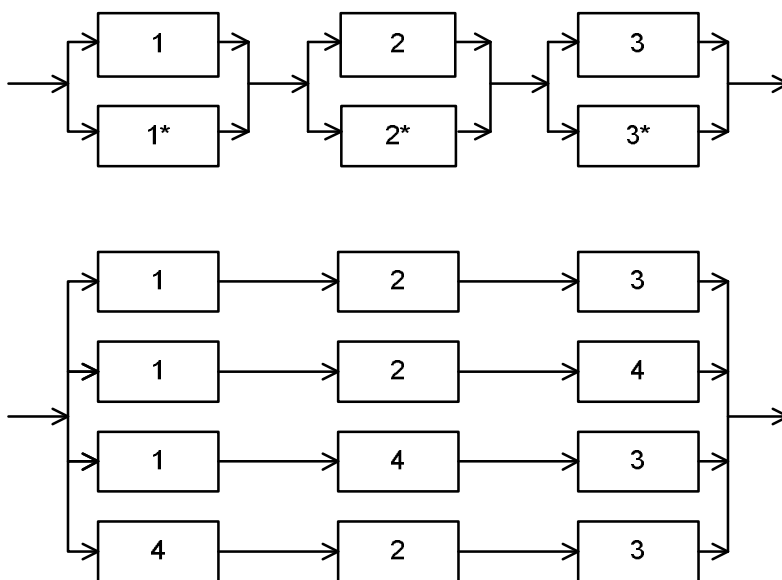


Рис.7. Структурные логические схемы надежности вариантов отказоустойчивых бортовых цифровых вычислительных систем

Выполним оценку вероятности безотказной работы для данных вариантов системы, полагая, что отказы отдельных БЦВМ являются независимыми. Для наглядности выполним расчет надежности при определенных числовых данных. Обозначим Q – вероятность отказа одной БЦВМ в течение полета.

Пусть дано, что $Q=0.0088$, тогда вероятность безотказной работы одной БЦВМ равна $P=(1-Q)=0,9912$.

Структурная логическая схема надежности БЦВС при попарном резервировании соответствует последовательно-параллельному логическому соединению трех пар БЦВМ. Система сохраняет работоспособность, если работоспособна хотя бы одна БЦВМ в каждой паре, и система не работоспособна при потере работоспособности хотя бы одной пары из трех. Данная схема надежности используется при построении ИКБО самолета Ту-204 (КСЦПНО-204). Определим вероятность безотказной работы БЦВС при попарном резервировании. Вероятность отказа двух БЦВМ из двух в паре равна:

$$Q^2 = 0,000078$$

Тогда вероятность безотказной работы первого варианта БЦВС равна:

$$P_1 = (1 - Q^2)^3 = 0,99976$$

Структурная логическая схема надежности БЦВС при скользящем резервировании и содержит четыре параллельные ветви, в которых последовательно соединены БЦВМ с номерами 1,2,3; 1,2,4; 1,3,4; 2,3,4. Каждая из этих ветвей отражает один из вариантов конфигурации вычислительной системы при трех работоспособных БЦВМ их четырех. Вариант, когда работоспособны все четыре БЦВМ, реализуется каждой из ветвей. В данном случае система теряет работоспособность, если отказывают две и более БЦВМ. Подобная схема надежности может быть реализована при построении перспективных ИКБО (например, ИКБО самолета МС-21)

Определим вероятность безотказной работы БЦВС при скользящем резервировании. Вероятность Q_i отказа i БЦВМ из четырех рассчитывается с учетом, что могут отказывать разные комбинации БЦВМ, и определяется соотношением:

$$Q_i = C_4^i Q^i (1 - Q)^{4-i}$$

Значения вероятностей равны:

$$Q_0 = (1 - Q)^4 = 0,965$$

$$Q_1 = 4Q(1 - Q)^3 = 0,034$$

$$Q_2 = 6Q^2(1 - Q)^2 = 0,00046$$

$$Q_3 = 4Q^3(1 - Q) = 0,0000027$$

$$Q_4 = Q^4 = 0,000000006$$

Здесь Q_0 - вероятность того, что не откажет ни одна из четырех БЦВМ. Заметим, что вероятность Q_0 меньше вероятности безотказной работы P_1 за счет того, что в систему введена дополнительная четвертая БЦВМ.

Вероятность отказа третьего варианта БЦВС равна сумме вероятности отказа любых двух БЦВМ из четырех, вероятности отказа любых трех БЦВМ из четырех и вероятности отказа всех четырех БЦВМ. Тогда вероятность безотказной работы третьего варианта БЦВС (со скользящим резервированием) равна:

$$P_2 = 1 - (Q_2 + Q_3 + Q_4) = 0,99954$$

Вероятность P_3 имеет такой же порядок, как и вероятность P_2 безотказной работы второго варианта БЦВС, но коэффициент затрат для третьего варианта значительно меньше, чем для второго.

При повышении надежности БЦВМ эффект от скользящего резервирования БЦВМ возрастает. Таким образом, обеспечение взаимозаменяемости БЦВМ в

вычислительной системе позволяет на несколько порядков повысить надежность БЦВС при относительно небольших затратах на резервирование.

Для обеспечения взаимозаменяемости БЦВМ используются свойства БЦВС как локальной вычислительной сети. Так как БЦВС работает в реальном времени, то перераспределение задач в системе при ее реконфигурации должно происходить достаточно быстро. Для этого необходима информационная поддержка резервирования. С этой целью программное обеспечение и информация от датчиков дублируются в памяти всех БЦВМ, предназначенных для резервирования.

Создание отказоустойчивых ИКБО с использованием БЦВС со скользящим резервированием способствует исключению влияния возникающих отказов на безопасности полетов, а также возможности их устранения при выполнении периодических форм технического обслуживания на базовом аэродроме. Таким образом, появляется возможность эксплуатации авиационной техники по состоянию, с постепенной деградацией функциональных возможностей комплекса бортового оборудования до наступления критического уровня, который непосредственно влияет на безопасное выполнение полета [5].

Библиографический список

1. Воробьев В.Г. Надежность и эффективность авиационного оборудования. Учеб. для вузов. / В.Г. Воробьев, В.Д. Константинов – М.: Транспорт, 1995. –249с.
2. Воробьев В.Г. Техническое обслуживание и ремонт авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов. Учебное пособие. / В.Г. Воробьев, В.Д. Константинов – М.: МГТУ ГА, 2007. –472с.
3. Анализ опыта летной и технической эксплуатации самолетов Ту-204 всех модификаций в российских авиакомпаниях. Материалы летно-технической конференции в Минеральных Водах. 30 июня 2010 г.– Электронные интернет- ресурсы. (<http://www.aviaport.ru>....)
4. Алакоз Г.М. Бортовые цифровые вычислительные устройства и машины. Учебное пособие. / Г. М. Алакоз, Ю. Н. Герасимчук, С. М. Кастерский, Б. О. Качанов, Ю. А. Кочетков, П. В. Кравченко, А. И. Неизвестных, В. В.Шишкин / Под ред. Б.О.Качанова. – М.: ВВИА им. проф. Н. Е. Жуковского, 2005. –464с.
5. Кивокурцев А.Л. Повышение эффективности процесса технической эксплуатации на основе отказоустойчивости бортовой авионики. / А.Л. Кивокурцев // В сб.: Гражданская авиация на современном этапе развития науки, техники и общества. Сборник тезисов докладов участников Международной научно-технической конференции, посвященной 40-летию образования МГТУ ГА. 26 мая 2011г.- М.: МГТУ ГА, 2011. с. 131.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПРИСПОСОБЛЕННОСТИ АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ К РЕЖИМАМ РАБОТЫ ПО КРИТЕРИЮ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОДШИПНИКОВ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

И.В. Тюняев – к.т.н., доцент E-mail: rkalimullin@mail.ru, Р.Ф. Калимуллин - главный инженер E-mail: it.ford@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет»

Обоснован критерий износостойкости подшипников коленчатого вала автомобильного двигателя. Разработана экспериментальная методика определения показателя интегральной износостойкости подшипников коленчатого вала при стендовых испытаниях двигателя. Получены закономерности показателя интегральной износостойкости подшипников коленчатого вала на различных установившихся нагрузочно-скоростных режимах работы двигателя КамАЗ-740.14-300. Проведена оценка степени приспособленности двигателя к режимам работы по критерию износостойкости подшипников коленчатого вала. Определены области нагрузочно-скоростного режима работы автомобильного двигателя, обеспечивающие максимальную износостойкость подшипников.

Ключевые слова: Интегральная износостойкость, подшипники, малоизносный режим, приспособленность.

Изменяющиеся в широких пределах условия эксплуатации автомобилей отрицательно влияют на нормальное протекание процессов в системах и агрегатах, что ведет к снижению надежности и эффективности эксплуатации автомобильного транспорта. При эксплуатации неизбежно происходит ухудшение технического состояния деталей, систем и агрегатов автомобилей. Сохранение номинальных значений параметров процессов зависит от специфического свойства автомобилей - приспособленности их систем и агрегатов к изменяющимся условиям эксплуатации [7].

Практика эксплуатации автомобилей свидетельствует о том, что долговечность автомобильных двигателей определяется, как правило, интенсивностью изнашивания незначительного количества подвижных сопряжений, в том числе шатунных и коренных подшипников скольжения коленчатого вала [1].

Конструктивные параметры подшипников и системы смазки должны обеспечивать максимальную износостойкость трущихся поверхностей на эксплуатационных режимах работы двигателя. Вследствие того, что эксплуатация автомобильного двигателя характеризуется широкой вариацией параметров температуры, нагружения и частоты вращения коленчатого вала, режимы работы двигателя вносят определенный вклад в общий эксплуатационный износ подшипников. Так, для условий низкотемпературного пуска характерно кратковременное, но ускоренное изнашивание подшипников [5-7]. При работе двигателя на рабочих нагрузочно-скоростных режимах характерно длительное изнашивание с интенсивностью, зависящей от уровня параметров режимов [1-2, 9]. Изнашивание подшипников существенно зависит от степени отклонения параметров смазочного процесса от номинальных значений при работе двигателя.

Анализ состояния вопроса позволяет предположить об эффективности преимущественной эксплуатации двигателя в малоизносных режимах работы как одного из методов повышения долговечности. Область малоизносных режимов теоретически должна совпадать с полем возможных или преимущественных нагрузочно-скоростных режимов работы двигателя. Однако применение подобного метода сдерживается затрудненностью адекватного определения малоизносных режимов работы двигателей. В связи с этим

исследования, направленные на повышение долговечности автомобильных двигателей за счет снижения износов подшипников коленчатого вала путем обеспечения их эксплуатационных свойств на режимах работы, являются актуальными.

Объектом исследования являлся нагрузочно-скоростной режим работы автомобильного двигателя, предметом исследования – закономерности смазочного процесса в подшипниках коленчатого вала в зависимости от режима работы автомобильного двигателя.

Цель исследования заключалась в повышении долговечности автомобильных двигателей за счет обеспечения приспособленности подшипников коленчатых валов к нагрузочно-скоростным режимам работы по критерию износостойкости. Для достижения поставленной цели решены следующие основные задачи:

1. обоснован критерий износостойкости подшипников коленчатого вала автомобильного двигателя;
2. разработана экспериментальная методика определения показателя интегральной износостойкости подшипников коленчатого вала при стендовых испытаниях двигателя;
3. получены закономерности показателя интегральной износостойкости подшипников коленчатого вала на различных установившихся нагрузочно-скоростных режимах работы двигателя;
4. проведена оценка степени приспособленности двигателя к режимам работы по критерию износостойкости подшипников коленчатого вала.

Теоретической основой оценки приспособленности подшипников коленчатого вала к режимам работы является математическая модель смазочного процесса в них [3-6, 8, 9]. Общим случаем взаимодействия смазываемых поверхностей трения является переходный смазочный процесс, который представляет собой последовательное во времени чередование жидкостной и граничной смазок (сухого трения) в зоне контакта.

Интенсивность изнашивания ih_{ncn} подшипника в переходном смазочном процессе определяется по формуле:

$$ih_{ncn} = P_d ih_{\kappa} = P_d k \left(\frac{N}{l d} \right)^x, \quad (1)$$

где P_d - вероятность разрушения смазочного слоя (контактного взаимодействия);

ih_{κ} - интенсивность изнашивания при контактном взаимодействии;

x - показатель степени, $x \geq 1$;

k - коэффициент пропорциональности, зависящий от физико-механических свойств поверхностей трения;

N - внешняя нагрузка на подшипник, Н;

l и d - опорная длина и диаметр подшипника, м.

Если обозначить в формуле (1) $R = N^x$ как нагрузочный и $K = k/(ld)^x$ как конструктивный параметры, то износостойкость подшипника i_{ncn} в переходном смазочном процессе определится по формуле:

$$i_{ncn} = \frac{1}{ih_{ncn}} = \frac{1}{P_d R K}. \quad (2)$$

В формуле (2) для подшипников конкретного двигателя конструктивный параметр K является величиной постоянной, а нагрузочный R - переменной.

Введем параметр $z = 1/(P_d R)$. При допущении, что значение фактора R пропорционально значению текущей мощности двигателя N , при номинальной мощности

$N_{ном}$ будет иметь максимальную величину R_{max} . Тогда, в случае контактного взаимодействия трущихся поверхностей ($P_d = 1$) на номинальном режиме ($R = R_{max}$), параметр z будет иметь минимальное значение $z_{min} = 1/R_{max}$.

С учетом вышесказанного введен новый параметр W_s , названный «удельная износостойкость подшипника» и определяемый по формуле:

$$W_s = \frac{z}{z_{min}} = \frac{1}{P_d} \left(\frac{R_{max}}{R} \right) = \frac{1}{P_d} \frac{N_{ном}}{N} = \frac{1}{P_d} \frac{M_{ном} n_{ном}}{M n}, \quad (3)$$

где $M_{ном}$, $n_{ном}$; M , n – крутящий момент (Н·м) и частота вращения коленчатого вала (мин^{-1}) на номинальном и текущем режиме работы двигателя соответственно.

Вероятность разрушения смазочного слоя P_d в каждом подшипнике коленчатого вала при работе двигателя обуславливается большим количеством случайных факторов. В условиях эксплуатации вероятность разрушения смазочного слоя в подшипнике коленчатого вала описывается моделью следующего вида:

$$P_d = P_d(M, n, l, d, m, t_m, h_{кр}, D, \dots), \quad (4)$$

где t_m – средняя температура масла в подшипнике, $^{\circ}\text{C}$;

m – динамическая вязкость масла при температуре t_m , Па·с;

$h_{кр}$ – критическая толщина смазочного слоя, мкм;

D – диаметральный зазор в подшипнике, мкм.

Для обобщенной оценки смазочного процесса в системе шатунных и коренных подшипников использован параметр E_f «интегральная степень разрушения смазочного слоя» [10].

Значение параметра E_f изменяется от минимального $(E_f)_{min} = 0$, характеризующего установившийся режим жидкостной смазки во всех без исключения подшипниках коленчатого вала, до максимального значения $(E_f)_{max} = 1$, при котором хотя бы один подшипник работает в режиме граничной смазки (сухого трения). Промежуточные значения параметра $0 < E_f < 1$ имеют место в условиях переходного смазочного процесса при последовательном во времени чередовании жидкостной и граничной смазок.

При работе автомобильного двигателя переменными являются крутящий момент M и частота вращения n . При одинаковом тепловом и техническом состояниях двигателя и свойствах моторного масла значения параметров D , $h_{кр}$, t_m и m в модели (4) являются неизменными, и появляется возможность определения значения параметра E_f в зависимости от параметров режима работы (M и n), используя модель:

$$E_f = E_f(M, n). \quad (5)$$

Для обобщенной оценки износостойкости подшипников коленчатого вала используется параметр W_I , названный «удельная интегральная износостойкость подшипников» и определяемый по формуле:

$$W_I = \frac{1}{E_f} \frac{M_{ном} n_{ном}}{M n}. \quad (6)$$

Параметр W_I безразмерен и принимает значения от 1 до ∞ и зависит от режима взаимодействия трущихся поверхностей (E_f) и нагрузочно-скоростного режима работы двигателя (M и n). Физический смысл параметра заключается в том, что его значение

показывает во сколько раз интегральная износостойкость подшипников коленчатого вала на текущем режиме работы двигателя больше интегральной износостойкости на режиме номинальной мощности при постоянном контактном взаимодействии подшипников.

Основываясь на зависимостях (5 – 6), возможно определение значений параметра W_I на нагрузочно-скоростных режимах работы двигателя. Режим работы, при котором значение параметра W_I принимает максимальное значение, считается малоизносным.

Параметр W_I характеризует приспособленность подшипников по критерию износостойкости только к одному конкретному режиму работы двигателя. Однако приспособленность двигателя по критерию износа зависит от нагрузочно-скоростного режима работы, параметры которого являются детерминировано-случайными величинами. В связи с этим предложен обобщенный коэффициент приспособленности W^S_I , описывающий значение приспособленности двигателя в диапазоне рабочих нагрузок и частоты вращения коленчатого вала при работе двигателя.

В общем случае значение W^S_I определяется по формуле:

$$W^S_I = \frac{\int_{M_{min}}^{M_{max}} \int_{n_{min}}^{n_{max}} W_I(M, n) dn dM}{\int_{M_{min}}^{M_{max}} n(t) dM}, \quad (7)$$

где n_{min} и n_{max} – минимальная и максимальная частоты вращения коленчатого вала при работе двигателя, мин⁻¹;

M_{min} и M_{max} – минимальный и максимальный крутящий момент на коленчатом валу при работе двигателя, Н·м.

Для проверки выдвинутых теоретических положений проведены экспериментальные исследования для установления закономерностей износостойкости подшипников коленчатых валов от нагрузочно-скоростного режима работы двигателя. В качестве объекта испытаний выбран дизельный двигатель КамАЗ-740.14-300 ($N_e=300$ л.с. при $n_e=2600$ мин⁻¹). Испытания проводились в лаборатории испытаний двигателей Завода двигателей ОАО «КАМАЗ» на стенде фирмы «AVL» с гидротормозом фирмы «SCHENCK». Испытательный стенд укомплектован необходимым оборудованием и приборами, удовлетворяющими требованиям ГОСТ 14846-81. При испытаниях применялось моторное масло марки «Лукойл-Супер» SAE 15W-40, API CF-4/SG и дизельное топливо марки «Л-02-40» ГОСТ 305.

Для замера параметра E_f использовалась измерительно-вычислительный комплекс «Автоматизированная система оценки смазочного процесса» (АСОСП) [10]. К испытуемому двигателю АСОСП подключалась следующим образом: на шкив коленчатого вала через специально изготовленный переходник крепилось токосъемное устройство, к которому подсоединялась одна информационная шина, а к блоку цилиндров - вторая шина; шины соединялись с устройством для контроля состояния подшипников, которое в свою очередь через шину соединялось с компьютером. Информация о значении измеряемого параметра с помощью специализированного программного обеспечения отображалась на экране в виде графика и записывалась в память компьютера.

При испытаниях двигателя поддерживались температуры охлаждающей жидкости 80 °С и масла 75 °С. Последовательно задавались установившиеся режимы работы при частоте вращения коленчатого вала $n = 1000, 1400, 1800, 2200$ и 2400 мин⁻¹ при ступенчатом изменении крутящего момента M на каждой частоте от 10 до 100 кгс·м с шагом 10 кгс·м.

Замеры велись в прямом и обратном направлении. Длительность замера на каждом режиме составляла 30 с после выдержки в 30 с.

Значение параметра W_I при текущих значениях E_f , M и n рассчитывалось по

формуле:

$$W_I = \frac{1}{E_f} \cdot \frac{300}{M n}.$$

Полученные нагрузочная и скоростная характеристики двигателя по параметру E_f (рисунок 1) позволяют сделать следующие выводы:

- при увеличении нагрузки на двигатель при постоянной частоте вращения коленчатого вала параметр увеличивается линейно, что говорит о прогрессирующем ухудшении жидкостной смазки (рисунок 1, а);

- при увеличении частоты вращения вала при постоянном крутящем моменте зависимость параметра имеет параболический вид (рисунок 1, б) с минимумом, характеризующем наилучшие условия жидкостной смазки, при крутящем моменте от 10 до 40 кгс·м в диапазоне частот от 1400 до 1800 мин⁻¹, а свыше 40 кгс·м – при частоте 1400 мин⁻¹.

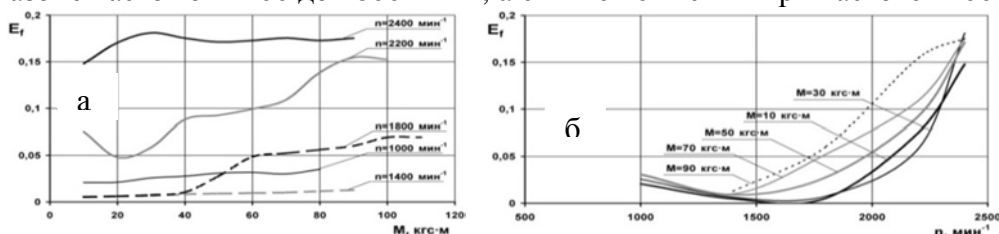


Рис. 1. Характеристики двигателя по параметру E_f : а) нагрузочная по моменту M при различных установившихся частотах вращения n ; б) скоростная по частоте n при различных установившихся крутящих моментах M

Анализ нагрузочной и скоростной характеристик двигателя по параметру W_I (рисунок 2) позволяет сделать следующие выводы:

- максимальное значение параметра W_I характерно при минимальном крутящем моменте при всех частотах вращения; при увеличении нагрузки на двигатель при постоянной частоте вращения коленчатого вала параметр уменьшается по гиперболической зависимости, что говорит о резком ухудшении износостойкости (рисунок 2, а);

- при увеличении частоты вращения вала при постоянном крутящем моменте зависимость параметра W_I имеет параболический вид (рисунок 2, б) с экстремумом, характеризующем максимальную износостойкость, при крутящем моменте от 10 до 40 кгс·м в диапазоне частот от 1400 до 1600 мин⁻¹, а свыше 40 кгс·м – при частоте от 1300 до 1400 мин⁻¹.

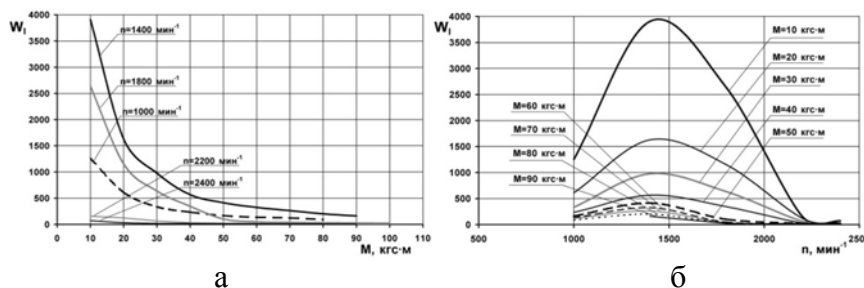


Рис. 3. Характеристики двигателя по параметру W_I : а) нагрузочная по моменту M при различных установившихся частотах вращения n ; б) скоростная по частоте n при различных установившихся крутящих моментах M

Многопараметровая характеристика двигателя (рисунок 4) показывает распределение значений параметра W_i в областях нагрузочно-скоростного режима.

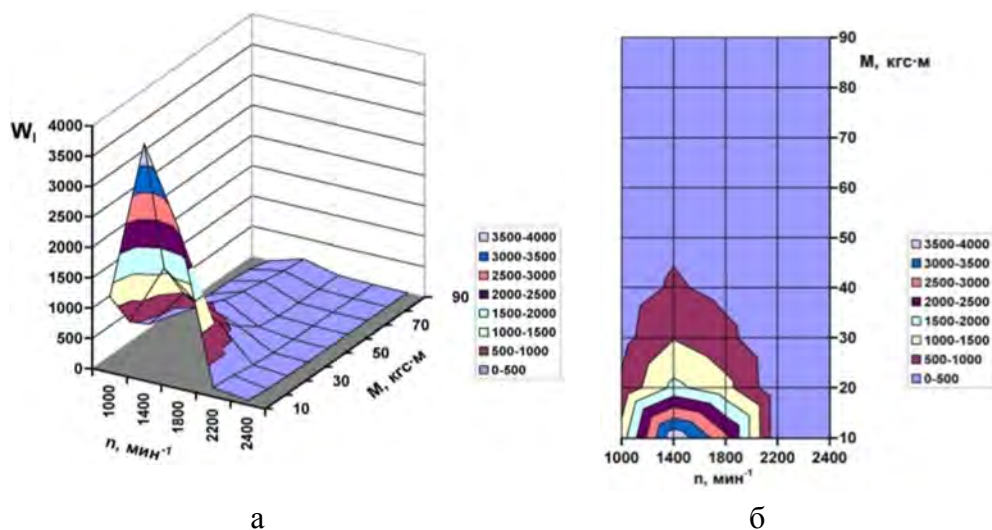


Рис. 4. Многопараметровая характеристика двигателя по параметру W_i : а) объемный вид в поле нагрузочно-скоростного режима; б) области нагрузочно-скоростного режима с разными уровнями параметра

На основании анализа полученной характеристики можно сделать следующие выводы:

- минимальная износостойкость подшипников $W_i < 500$ обеспечивается в областях:

$$n = 2100 \dots 2400 \text{ мин}^{-1} \text{ и } M = 10 \dots 20 \text{ кгс}\cdot\text{м};$$

$$n = 2000 \dots 2400 \text{ мин}^{-1} \text{ и } M = 20 \dots 30 \text{ кгс}\cdot\text{м};$$

$$n = 1800 \dots 2400 \text{ мин}^{-1} \text{ и } M = 30 \dots 40 \text{ кгс}\cdot\text{м};$$

$$n = 1000 \dots 2400 \text{ мин}^{-1} \text{ и } M = 40 \dots 90 \text{ кгс}\cdot\text{м};$$

- максимальная износостойкость подшипников $W_i = 3500 \dots 4000$ обеспечивается при режиме $M = 10$ кгс·м и $n = 1400$ мин⁻¹, и она в среднем в 15 раз выше по сравнению с минимальной износостойкостью;

- по мере расширения нагрузочно-скоростного режима от $M = 10$ кгс·м и $n = 1400$ мин⁻¹ износостойкость подшипников резко снижается;

- износостойкость подшипников в среднем в 7 раз выше при значениях $W_i > 500$ по сравнению с $W_i < 500$ и обеспечивается в областях режимов работы двигателя:

$$n = 1000 \dots 2100 \text{ мин}^{-1} \text{ и } M = 10 \dots 20 \text{ кгс}\cdot\text{м};$$

$$n = 1000 \dots 2000 \text{ мин}^{-1} \text{ и } M = 20 \dots 30 \text{ кгс}\cdot\text{м};$$

$$n = 1100 \dots 1800 \text{ мин}^{-1} \text{ и } M = 30 \dots 40 \text{ кгс}\cdot\text{м}.$$

Предлагаемая методика оценки приспособленности подшипников коленчатых валов к нагрузочно-скоростным режимам работы двигателя по критерию износостойкости, позволяющая определить малоизносные режимы на основе экспериментальной оценки интегральной износостойкости подшипников коленчатого вала, имеет существенную практическую значимость. Обеспечение преимущественной эксплуатации двигателей автотранспортных средств в малоизносных режимах способствует повышению их долговечности и, как следствие, минимизации затрат и повышению эффективности транспортного обслуживания. Реализация предложенного подхода к повышению эксплуатационной надежности двигателей возможна за счет принятия организационно-

технических решений, например, определение рациональной марочной и возрастной структуры парка подвижного состава на маршрутах, обучение водителей рациональному вождению, совершенствование электронных систем управления двигателем, разработка адаптивных смазочных систем, оптимизация свойств моторных масел и т.п.

Библиографический список

1. Авдонькин, Ф.Н. Оптимизация изменения технического состояния автомобиля в процессе эксплуатации / Ф.Н. Авдонькин. – М.: Транспорт, 1993. 350 с.
2. Денисов, А.С. Обеспечение надежности автотракторных двигателей: монография / А.С. Денисов, А.Т. Кулаков. - Саратов: СГТУ, 2007. 422 с.
3. Калимуллин, Р.Ф. Метод оценки трибологического состояния подвижных сопряжений автомобильных двигателей / Р.Ф. Калимуллин, Н.Н. Якунин, И.В. Тюняев // Вестник Оренбургского государственного университета. Приложение «Прогрессивные технологии в транспортных системах». - 2005. - С.50 – 55.
4. Калимуллин, Р.Ф. Теоретическое обоснование нового диагностического параметра двигателя внутреннего сгорания / Р.Ф. Калимуллин // Вестник Оренбургского государственного университета. Приложение «Автотранспортные системы». – 2004. – С.44 – 48.
5. Коваленко, С.Ю. Методика оценки приспособленности автомобильных двигателей к изменяющимся условиям эксплуатации / С.Ю. Коваленко, И.В. Тюняев, Р.Ф. Калимуллин // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2009. - № 4. - С.165 – 170.
6. Коваленко, С.Ю. Эксплуатация автомобильных двигателей. Обеспечение долговечности на режиме пуска: монография / С.Ю. Коваленко, Р.Ф. Калимуллин. - Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. 115 с.
7. Резник, Л.Г. Эффективность использования автомобилей в различных условиях эксплуатации: монография / Л.Г. Резник, Г.М. Ромалис, С.Т. Чарков. - М.: Транспорт, 1989. 128 с.
8. Тюняев, И.В. Влияние скоростного режима движения автотранспортных средств на износостойкость подшипников коленчатых валов двигателей / И.В. Тюняев, В.А. Сологуб // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2011. - № 10. - С. 156-162.
9. Шабанов, А. Где живет износ // За рулем. - 2009. - № 3. - С.150 – 152.
10. Янучков, М.Р. Диагностирование подшипников коленчатых валов автомобильных двигателей по состоянию смазочного слоя / М.Р. Янучков, Р.Ф. Калимуллин // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2011. - № 10. - С. 125 - 132.

ДЕФОРМАЦИИ ЛИСТОВЫХ РЕССОР В ПОДВЕСКЕ АВТОМОБИЛЯ
Е.И. Екатериничев - магистрант, 1 курс korvin2@udm.net, Федоров П.В.
ФГБОУ ВПО ИжГТУ им. М.Т. Калашникова

В статье рассмотрена подробная классификация листовых рессор, составленная на основе анализа рессорных подвесок автомобилей. На основе имеющейся информации и собственных исследований сделан вывод о том, что исходя из условий эксплуатации, можно оптимизировать нагруженность рессор и ее материалоемкость, применяя различные конструкции рессор и дополнительные упругие элементы.

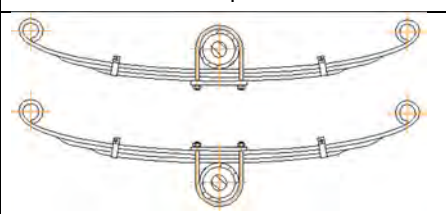
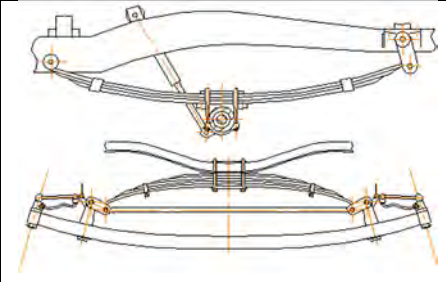
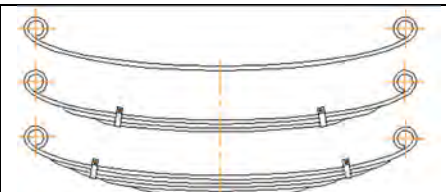
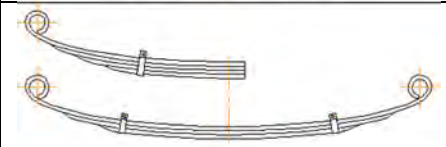
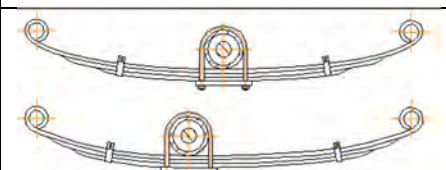
Ключевые слова: подвеска, листовая рессора, угловая жесткость.

В качестве несущего и одновременно упругого элемента в зависимой подвеске автомобиля используются листовые рессоры. Такую широкую применяемость они приобрели из-за способности воспринимать силы во всех трех направлениях, а также тяговые и тормозные моменты.

Классификация подвесок с листовыми рессорами представлена в таблице 1.

Таблица 1

Классификация листовых рессор

	Признак	Конструктивные особенности	Схема
	2	3	4
1	По размещению относительно балки моста	Под балкой Над балкой	
2	По направлению	Продольные Поперечные	
3	По количеству листов	Однолистовые Малолистовые (до трех листов) Многолистовые (более трех листов)	
4	По конструкции	Четверть – эллиптическая Полуэллиптическая	
5	По расположению участка защемления	Симметричные Несимметричные	

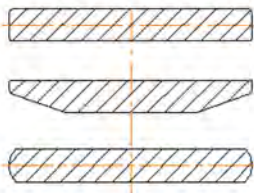
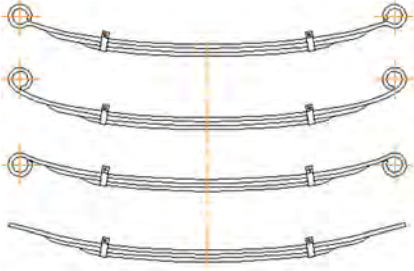
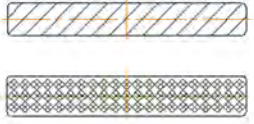
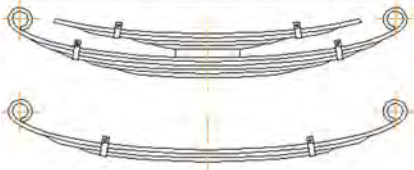
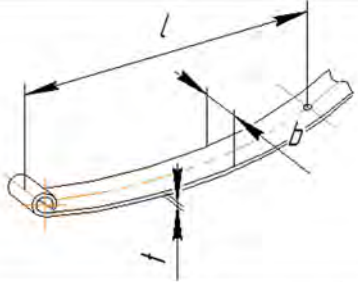
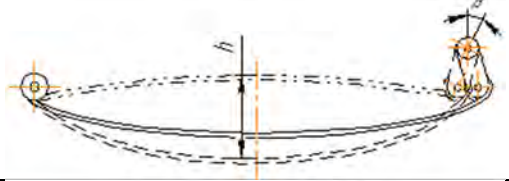
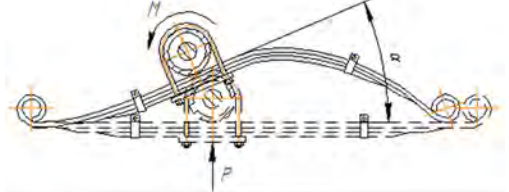
Продолжение таблицы 1			
	2	3	4
6	По виду поперечного сечения листа рессоры	Прямоугольные Трапецевидные С закругленными краями	
7	По расположению ушка рессоры	С симметричным ушком С верхним расположением ушка С нижним расположением ушка Без ушка	
8	По виду материала	Стальные Композитные	
9	По наличию дополнительного элемента	С подрессорником Без подрессорника	

Таблица 2

Параметры, характеризующие рессоры

Название параметра	Параметры	Эскиз
2	3	4
Геометрические параметры	Длина плеча l Ширина листов b Толщина листов t	
Кинематические параметры	Стрела прогиба h Угол поворота ушков	
Динамические параметры	Жесткость рессоры c Нагрузка P Изгибающий момент M Напряжение в листах σ	

Основными требованиями к подвескам автомобиля являются требования к безопасности и комфортабельности движения, которые осуществляются посредством комплексного сочетания трех параметров, характеризующих работу подвесок: геометрических, кинематических и динамических (таблица 2).

Совмещение листовыми рессорами функций упругого элемента и направляющего устройства является и причиной следующих недостатков:

- повышенный вес из-за неравномерного распределения нагрузок и не оптимального использования стали (около 10% материала не передает изгибающий момент);
- межлистовое трение;
- необходимость технического обслуживания;
- наличие закручивания при воздействии тормозного и тягового момента, и, следовательно, S-образный изгиб.

Продольные силы, возникающие в контакте колес при разгоне и торможении, вызывают поворот задней оси, вследствие чего увеличиваются изгибные напряжения в участке защемления рессоры [1, с. 305]. Для того чтобы устранить возможность ударов при передаче вращающего момента от трансмиссии, S-образный изгиб ограничивают путем установки специальных реактивных тяг или делая рессору несимметричной (Рисунок 1). Передний конец рессоры короче заднего и более устойчив при продольном изгибе.

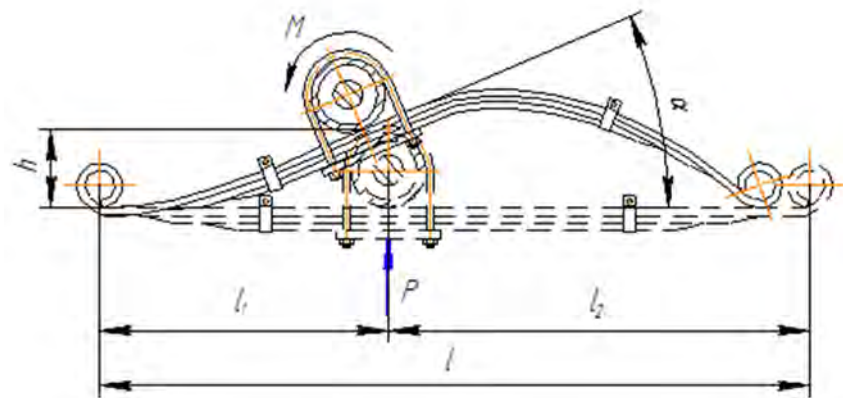


Рис. 1. Схема полуэллиптической рессоры

Результаты тестирования рессорной подвески в работе [2, с. 271], позволили установить закон изменения деформации и перемещения рессоры заднего моста при резком трогании с места и торможении (Рисунок 2).

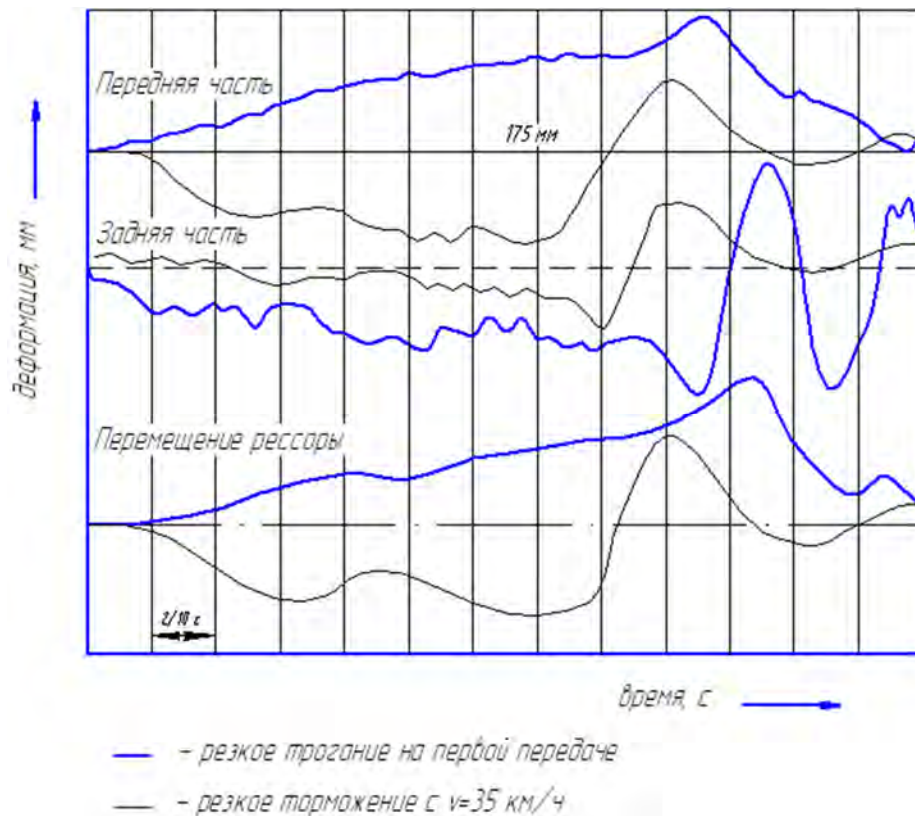


Рис. 2. График деформации и перемещения рессоры заднего моста при резком трогании с места и торможении

На вышеуказанном графике видно, что листовые рессоры воспринимают не только вертикальные нагрузки, но и моменты от трансмиссии и тормозные моменты, что является причиной сложной деформации самой рессоры, а форма колебаний рессоры имеет несколько пиков.

Для анализа нагруженности рессоры были проведены лабораторно - дорожные испытания легкового автомобиля с задней рессорной подвеской при движении своим ходом и при буксировке с отключенным двигателем (Рисунок 3).

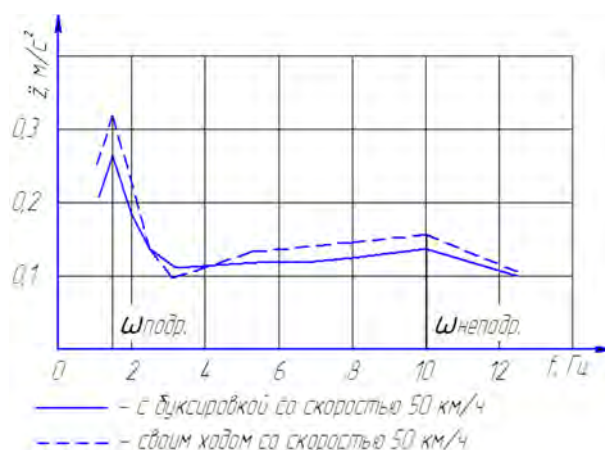


Рис. 3. Третьооктавный амплитудный спектр ускорений в задней части автомобиля

Из приведенного графика видно, что наличие тяговой силы увеличивает нагруженность в задней части автомобиля, а, следовательно, и рессоры.

Применяя различные конструкции рессор для различных условий эксплуатации, можно оптимизировать их нагруженность и материалоемкость. Достигнуть это возможно применением дополнительных элементов для корректировки характеристики упругости, такие как резинометаллические шарниры, подрессорники, а также изменением профиля листа и комбинированием с другими упругими элементами [3].

Библиографический список

1. Родионов В.Ф., Фиттерман Б.М. Легковые автомобили. - М.: Машиностроение, 1971. - 504 с.

2. Дзидоси Гудзюцу Анализ вибрации задней подвески и силового привода // Journal of Society of Automobile Engineers of Japan. - 1969. - vol. 23, №3. - С. 268 - 272.

3. Федоров П.В., Совершенствование подвески легкового автомобиля на основе анализа ее взаимосвязанных колебаний с трансмиссией: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Москва, 1988. – 16 с.

УДК 629.113.004.67(045)

КЛАССИФИКАЦИЯ РАБОТ СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПО СЛОЖНОСТИ НА ОСНОВЕ КВАЛИФИКАЦИОННОГО ПРИЗНАКА РЕМОНТНЫХ РАБОЧИХ: РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ИХ РАБОТЫ С ИНСТРУМЕНТОМ

В.Н. Катаргин, Д.А. Морозов

Сибирский Федеральный Университет

Предложенная методика позволяет классифицировать выполняемые виды работ технического обслуживания и ремонта (ТО и Р) автомобилей по сложности освоения нового вида работ, которая зависит от начальной сложности операции и скорости обучения операции. Данный подход позволяет упорядочить распределение фонда работ между ремонтно-обслуживающим персоналом.

Ключевые слова: Техническое обслуживание и ремонт автомобилей, квалификация персонала, обучение

В ситуации экономического роста в России и острой конкуренции отечественных предпринимателей за высококвалифицированных работников, работодатель заинтересован в максимально эффективном использовании имеющихся кадровых ресурсов. Руководители компании понимают, что каждого работника нужно использовать в соответствии с его интересами и способностями, чтобы повысить производительность его труда. В этих условиях повышается актуальность концепций, на основе которых может быть разработан инструментарий, полезный руководителю для принятия решений, кому из работников какие по характеру задачи можно и нужно поручать. Существующие теоретические подходы к решению данной задачи трудно реализуемы на практике или не обеспечивают необходимой валидности в условиях предприятий автомобильного сервиса. В настоящей статье авторами предложены результаты практических исследований распределения фонда работ между ремонтно-обслуживающим персоналом на основе разработанной ими методики оценки квалификации персонала.

Были получены распределения времени работы с инструментом специалистом по 6 операциям. каждой из операций представлено соответственно на Рисунках 1-6.

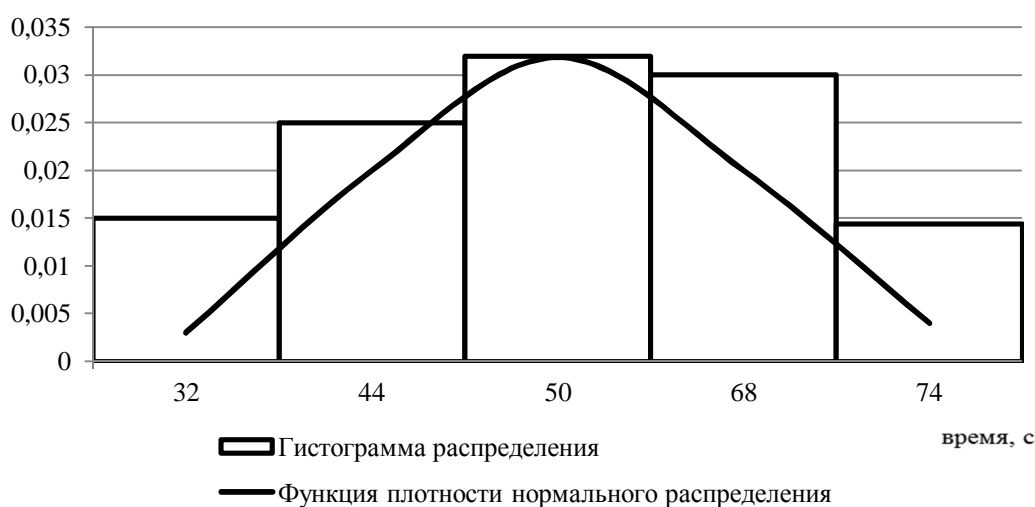


Рис. 1. Распределение времени проведения работы с инструментом 1 операции

Функция плотности распределения времени выполнения 1 операции:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi \cdot 77,9}} e^{-\frac{(x-382)^2}{2 \cdot 77,9^2}} \quad (1)$$

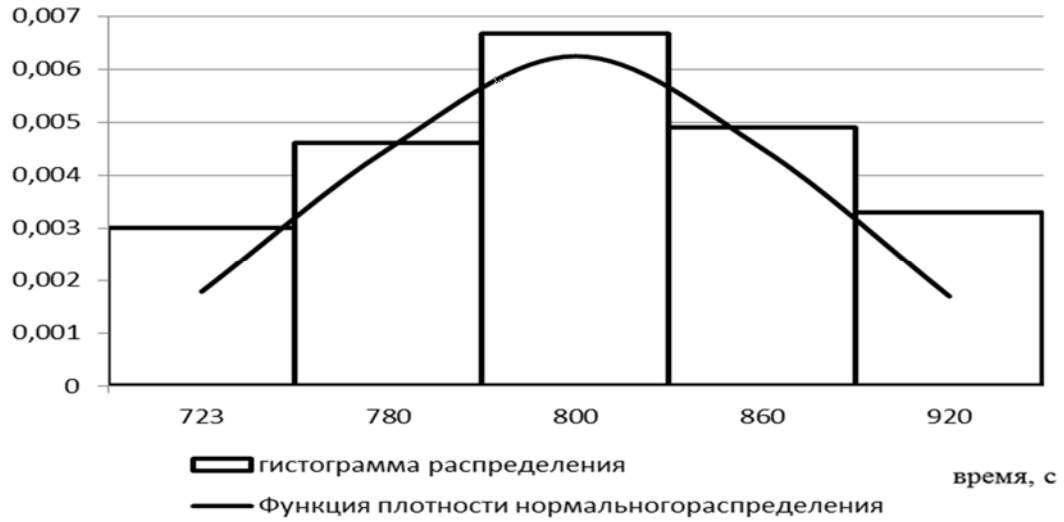


Рис. 2. Распределение времени проведения работы с инструментом 2 операции

Функция плотности распределения времени выполнения 2 операции:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi \cdot 12,5}} e^{-\frac{(x-44,8)^2}{2 \cdot 12,5^2}} \quad (2)$$

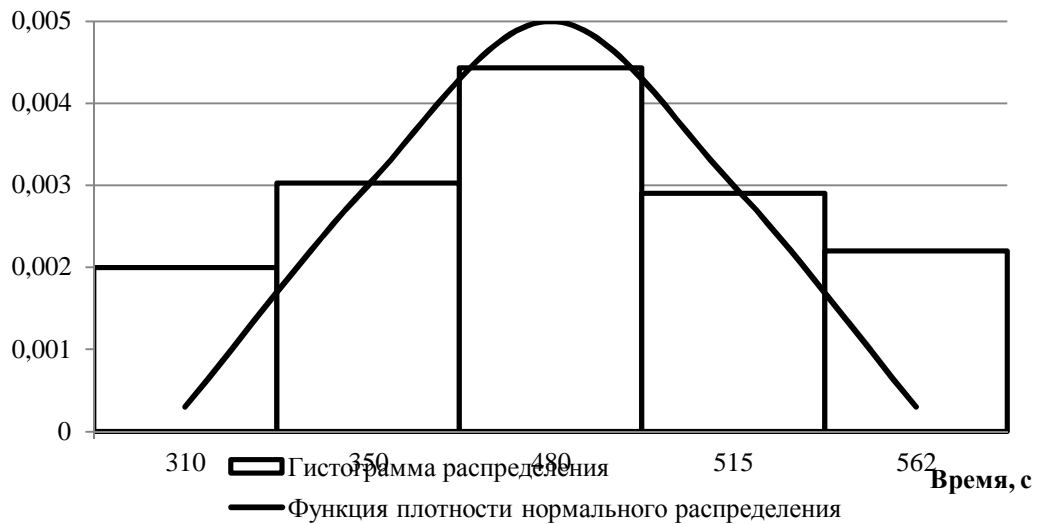


Рис. 3. Распределение времени проведения работы с инструментом 3 операции

Функция плотности распределения времени выполнения 3 операции:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi \cdot 1951}} e^{-\frac{(x-8652)^2}{2 \cdot 1951^2}} \quad (3)$$



Рис. 4. Распределение времени проведения работы с инструментом 4 операции

Функция плотности распределения времени выполнения 4 операции:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi \cdot 1548}} e^{-\frac{(x-1548)^2}{2 \cdot 1548^2}} \quad (4)$$



Рис.5. Распределение времени проведения работы с инструментом 5 операции

Функция плотности распределения времени выполнения 5 операции:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi \cdot 1548}} e^{-\frac{(x-418)^2}{2 \cdot 17,4^2}} . \quad (5)$$



Рис. 6. Распределение времени проведения работы с инструментом 6 операции

Функция плотности распределения времени выполнения 6 операции:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi \cdot 106}} e^{-\frac{(x-3702)^2}{2 \cdot 106^2}} . \quad (6)$$

По предложенному методу были проведены расчеты и построены графики уменьшения времени обучения Рисунок 7-12.



Рис. 7. Распределение времени проведения работы с инструментом 1 операции

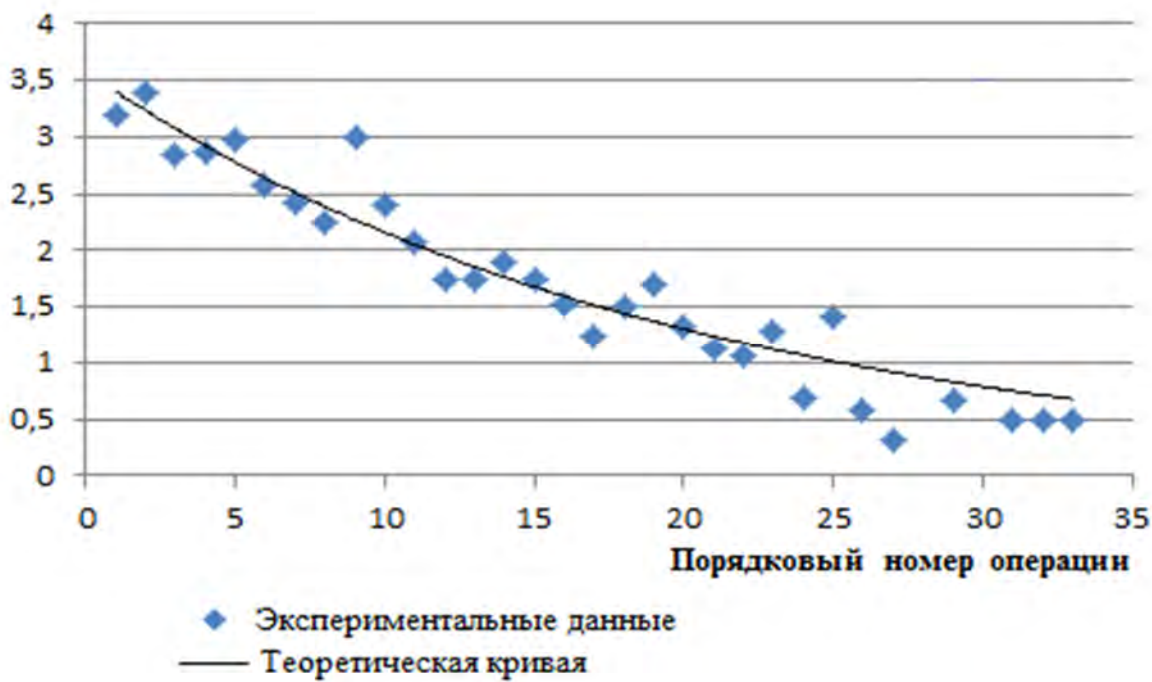


Рис. 8. Распределение времени проведения работы с инструментом 2 операции

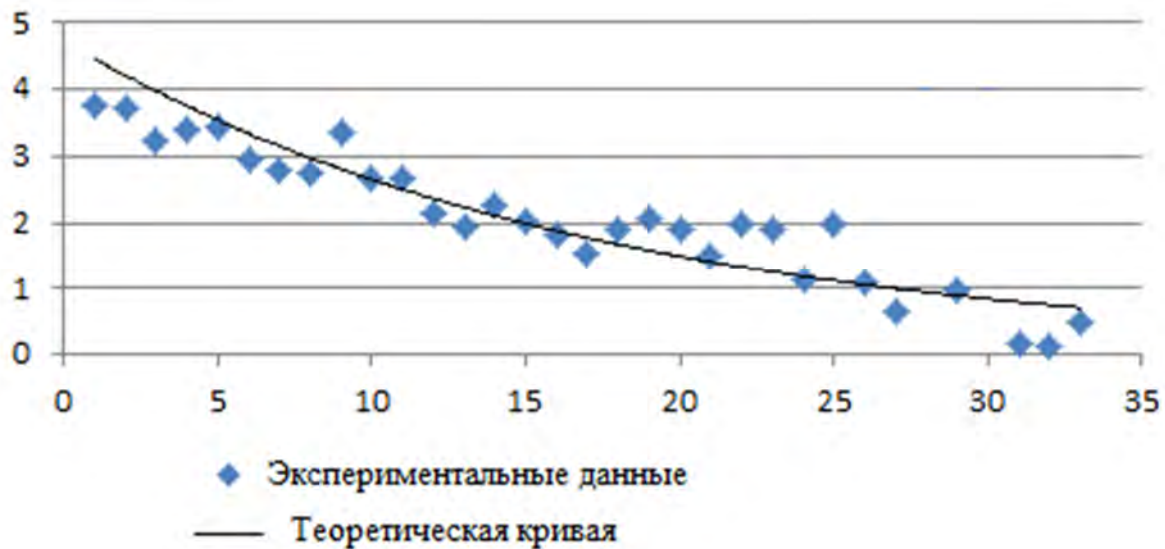


Рис. 9. Распределение времени проведения работы с инструментом 3 операции

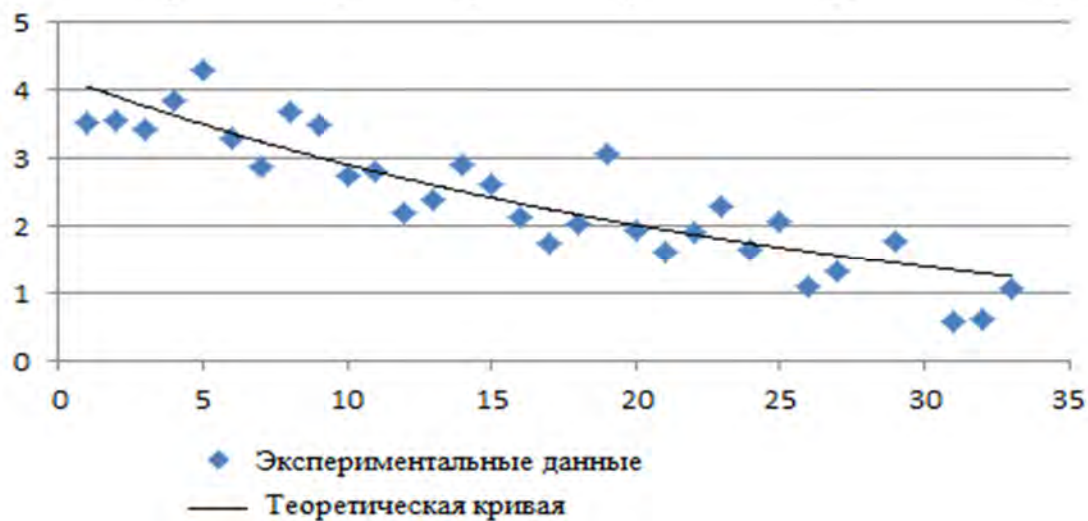


Рис. 10. Распределение времени проведения работы с инструментом 4 операции

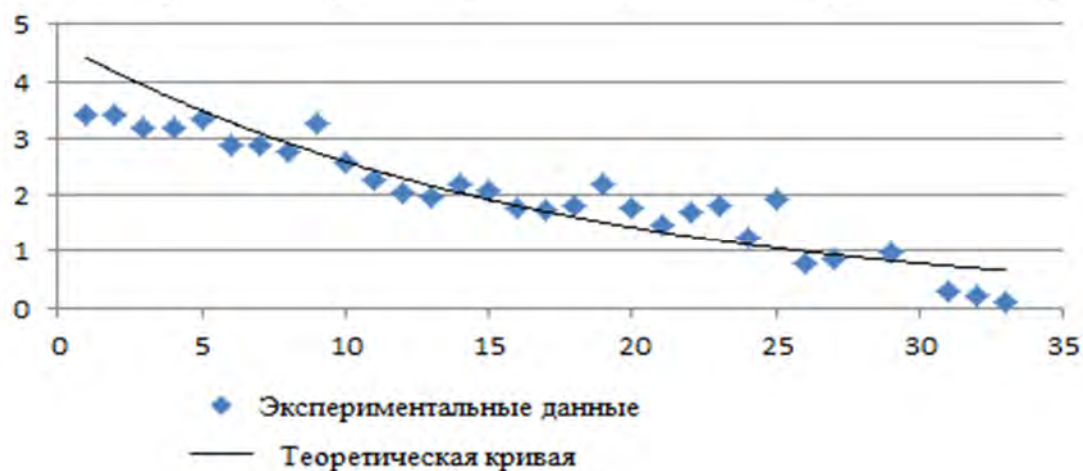


Рис. 11. Распределение времени проведения работы с инструментом 5 операции

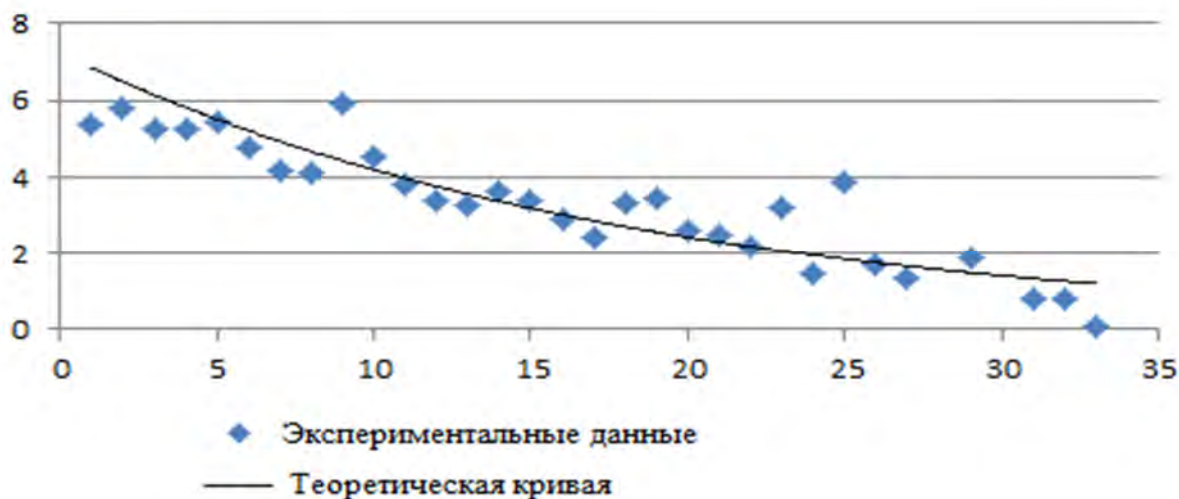


Рис. 12. Распределение времени проведения работы с инструментом 6 операции

Авторами разработана модель оценки сокращения времени обучения молодого специалиста по его работе с инструментом. Математическая форма записи модели будет иметь следующий вид:

$$i = \frac{\ln\left(\frac{0,05}{A}\right)}{-B} = \frac{-2,99 - \ln A}{-B}. \quad (7)$$

где A – начальная сложность операции (эквивалент начальной квалификации); B – скорость обучения конкретного специалиста, зависящая от индивидуальных особенностей.

На основе полученной зависимости, авторами предлагается принять в качестве классификационного признака для работ по сервисному обслуживанию автомобилей – сложность освоения новой операции сервисного обслуживания.

Освоение новой операции – это выработка у сотрудника определенного динамического стереотипа к выполнению данной работы, когда в результате ее многократного повторения растут специализированные навыки специалиста, отбираются наиболее рациональные методы и приемы ее выполнения, что обеспечивает выполнение работы в оптимальном (проектном) темпе с минимальными физическими и нервными затратами [3].

Сложность освоения новой операции сервисного обслуживания зависит от начальной сложности операции (требования к базовым знаниям конструкции автомобиля и умениям его обслуживания и ремонта) и скорости обучения операции (параметр, равный скорости обучения сотрудника и характеризующий необходимое количество выполненных однотипных операций молодым специалистом для достижения уровня специалиста).

Для получения качественных оценок сложности освоения новой операции сервисного обслуживания авторами предлагаются следующие начальные условия классификации.

Таблица 1

Начальной сложности операции

Низкая сложность	требуемая от исполнителя элементарных знаний и умений
Средняя сложность	требуемая от исполнителя специфических знаний и умений
Высокая сложность	требуемая от исполнителя глубоких знаний конструкции автомобиля и опыта в проведении подобных операций

Таблица 2

Скорости обучения операции

Низкая	Время обучения операции значительно отстает от эталона
Средняя	Время обучения операции равно эталонному времени или превышает незначительно ($\pm 5\%$)
Высокая	Время обучения операции значительно меньше эталонного ($\pm 15\%$)

Соответственно, сочетания этих двух критериев соответствуют различной сложности освоения новой операции сервисного обслуживания.

По методике оценки квалификации персонала на основе математической модели обучения ремонтных рабочих авторами были определены численные значения границ для каждого элемента классификации. Также, авторами на предприятие был проведен экспертный опрос с целью определения аналогичных параметров (численные значения границ) по мнению специалистов. Данные, полученные этими двумя методами, различаются незначительно.

Начальной сложности операции:

- Низкая – требуемая от исполнителя элементарных знаний и умений: от 1 до 3
- Средней сложности – требуемая от исполнителя специфических знаний и умений: от 3 до 7,5
- Высокой сложности – требуемая от исполнителя глубоких знаний конструкции автомобиля и опыта в проведении подобных операций: свыше 7,5.

Скорость обучения операции:

- Низкая скорость – от 0 до 0,02
- Средняя скорость – от 0,021 до 0,054
- Высокая скорость – от 0,055 и выше

Оценку сложности операции рассчитаем (2)

$$S_o = \frac{K_n + V_o}{2}, \quad (16)$$

где S_o – сложность операции, K_n – необходимая начальная квалификация.

Полученные данные сведем результат в таблицу 3.

Таблица 3

Сложность освоения новой операции сервисного обслуживания

Сложность операции	Численные границы
Высокая	от 3,8
Средняя	от 1,51 до 3,80
Низкая	до 1,5

Использование полученной классификации сложности освоения новой операции сервисного обслуживания и расчета квалификации персонала на основе математической модели обучения ремонтных рабочих позволяет определить список операций ТО и Р, которые специалист с определенной квалификацией выполнит за установленные норма-часы, а также определить скорость освоения новых операций.

Выводы:

1. Использование данной методики позволяет оценить сложность выполнения конкретной операции сервисного обслуживания непосредственно для конкретного специалиста по критериям обучаемости: начальная сложность и скорость обучения.
2. Внедрение данной методики на реальное производство позволит уточнить квалификационный разряд каждого специалиста, в частности начинающего.
3. Результаты расчетов позволят произвести шкалирование работ по сложности, которое может быть использовано как инструмент распределения работ сервисного обслуживания между специалистами на основе их квалификации и скорости выполнения работ ТО и Р автомобилей.
4. Предложенная методика позволяет применить систему ранжирования специалистов как инструмент управления трудовым коллективом на основе личностных качеств.

Библиографический список

1. Трудовой кодекс Российской Федерации. Раздел 4. Оплата и нормирование труда. Глава 20. Общие положения. Статья 129. Основные понятия и определения [от 30 декабря 2001 г. N 197-ФЗ (ТК РФ)(с изменениями от 30 июня 2006 г.)].
2. Hr-portal [Электронный ресурс] : – Режим доступа к журналу: <http://www.hr-portal.ru>
3. Князьков, А. Н. Учет человеческого фактора при разработке системы технического обслуживания и ремонта автомобилей / А. Н. Князьков // Современные пути развития машиностроения и автотранспорта Кузбасса: тр. I Всеросс. науч. техн. конф. – 2007. – С. 441–444.
4. Большев Л.Н. Таблицы математической статистики. М.: Государственное издательство Физико-математической литературы, 1983. 417с.
5. Волкова В. Н. Основы теории систем и системного анализа. СПб.: СПбГТУ, 2001. 514с.
6. Катаргин, В. Н. Методика расчета потребной численности специалистов для транспортных систем региона / В. Н. Катаргин, А. Н. Князьков // Транспортные системы Сибири: Материалы III Всеросс. научн.-техн. конф. – 2005. – С. 96-98.
7. Линник Ю. В. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений. М.: Государственное издательство Физико-математической литературы, 1958. 336с.

8.Метод оценки квалификации ремонтно-обслуживающего персонала предприятий автомобильного сервиса/ В. Н. Катаргин [и др.] // Вестник Краснояр. гос. техн. ун-та. – 2003.– Вып. 31. – С. 47-56.

9.Можайская И. Методы оценки в отборе персонала// PINTALAB.RU: сайт агентства по подбору персонала. 1991. URL: <http://www.pintalab.ru/articles/9.html> (дата обращения 21.11.2010).

МОДЕЛИ СТРУКТУРИЗАЦИИ ДАННЫХ ПО ХРАНЕНИЮ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ.

В. Н. Катаргин, В. М. Терских, Д. С.Гастюшкин
Сибирский федеральный университет

В данной статье рассматривается проблема структуризации данных по хранению запасных частей отечественных грузовых автомобилей с помощью пакета прикладных программ, на примере предприятия по продажам запасных частей ОАО «ФОРАВТО». Эта проблема была затронута в связи с тем, что специалисты по работе с информацией обрабатывая статистические данные по закупке и реализации товара, затрачивают слишком много времени и усилий на первичную обработку этих данных, что было бы исключено при использовании предложенного метода структуризации данных.

Ключевые слова: хранение запасных частей, структуризация данных, Microsoft Access, Visual Basic, База данных,

На предприятиях необходимо вести учет движения товара на складе, для осуществления процессов планирования поставок и управления запасами, проведение ревизий, определения реального количества товара на данный момент на складе. Для ведения учета существует много различных способов, но они не всегда целесообразны для осуществления анализа. Пример такого ведения учета представлен в таблице.

Из данной таблицы видно, что для обработки этих данных потребуются не малые затраты времени, которых можно было бы избежать, если бы данные хранились в уже удобном для проведения анализа виде.

Для осуществления данной цели предлагается использование реляционной модели базы данных, подразумевающих обработку и изменение содержащейся в ней информации, а так же поиск данных по совокупности самых разнообразных свойств. Относительно недорогое и удобное в использовании стандартное программное обеспечение, программа Microsoft Access.

Суть учета хранения запасных частей состоит в следующем: все данные будут автоматически сортироваться по группам в зависимости от критериев.

Первая группа: по ABC классификации. ABC анализ позволяет осуществлять оценку склада с точки зрения количественных характеристик. В группу А попадают товары имеющие до 80 % доли в обороте склада. Товары, имеющие следующие 15 % оборота (от 80 % до 95 %) являются товарами группы В, оставшиеся позиции относятся к группе С. Пример ABC анализа представлен на рисунке 1

Вторая группа: по XYZ классификации. С помощью XYZ анализа осуществляется дифференциация объектов по коэффициенту вариации. Таким образом, появляется возможность прогнозировать и анализировать стабильность продаж тех или иных видов товаров. В группу X попадают товары с коэффициентом вариации менее 10 %, в группу Y — товары с коэффициентом вариации от 10 % до 25 %, и в группу Z — товары с коэффициентом вариации более 25 %. Пример XYZ анализа представлен на рисунке 2

Третья группа: по ценовой категории (от 100 рублей, 100-1000 рублей, 1000-5000 рублей, 5000-10000 рублей, св 10000 рублей).

Четвертая группа: по количеству реализаций данного товара, (до 5 реализаций, 5-20 реализаций, св. 20 реализаций).

Пятая группа: по степени критичности для работоспособности автомобиля и безопасности движения.(Особо критичные, критичные, не критичные).

Шестая группа: Время доставки товара с завода на склад (1-2 нед., 2-3 нед., 3-4 нед.)

Седьмая группа: Метод прогнозирования спроса (Имитационное моделирование, регрессионный анализ, средне взвешенный прогноз).

Преимущество такого способа учета движения товара на складе, заключается в том что снижаются затраты времени на обработку данных, и проведение его анализа для выяснения объема заказываемого товара.

Вся информация в базе данных представляется в виде таблиц. Структура базы данных поддерживает три реляционных оператора, которые могут выполняться с данными из таблиц – выбор, проектирование и объединение. Фактически здесь применяются мощные методы из математического аппарата теории множеств. С их помощью информация, содержащаяся в таблицах, может быть организована самыми разными способами, а так же отобрана по запросу. Операции обработки данных выполняются без требования от системы физической записи получаемых с их помощью данных, в каком либо определенном виде.

Пример такой базы данных представлен на рисунке 3

Таблица 1

Пример ведения учета прихода и расхода запасных частей предприятия ОАО «ФОРАВТО».

Дата	Направление, вид движения	Количество, шт	Цена в валюте документа, руб
01 Запчасти КАМАЗ 295 Амортизатор кабины 5320-5001076(11.2905005-530			
04.04.20 11	- Реализация со склада	6	460,00
04.05.20 11	+ Закупка товаров	10	386,27
...
26.05.20 11	- Реализация со склада	2	542,80

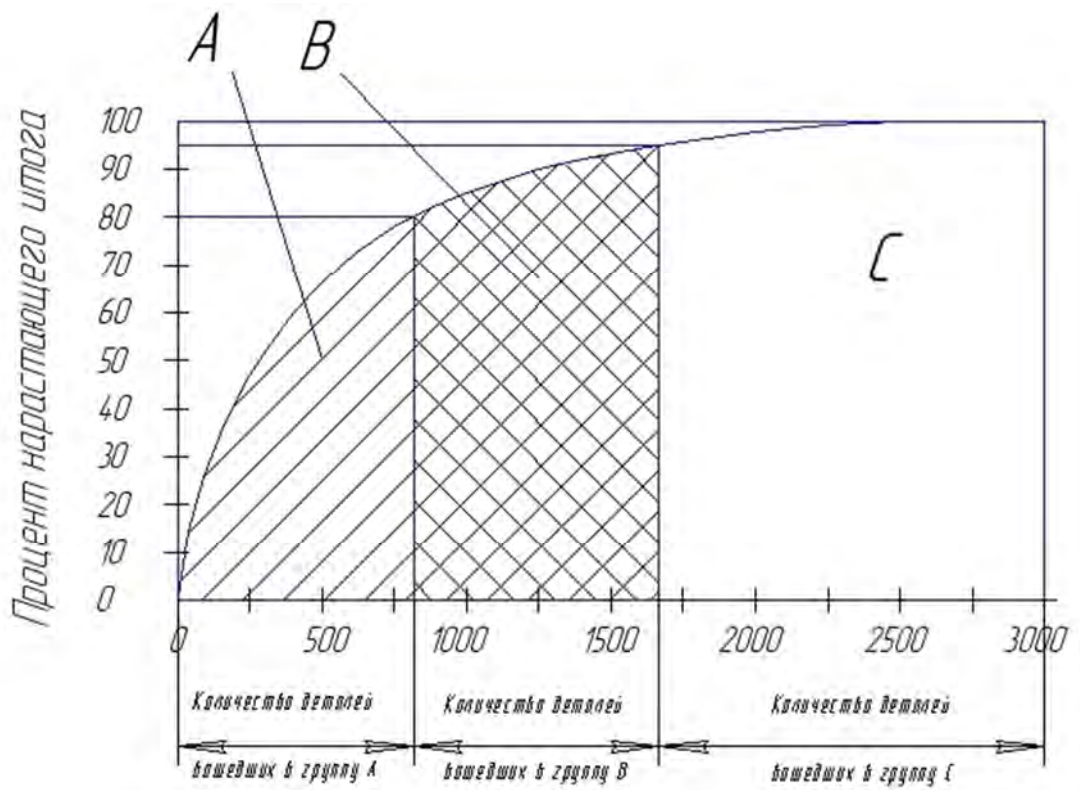


Рис. 1. ABC-анализ склада запасных частей КамАЗ предприятия ОАО «ФОРАВТО»

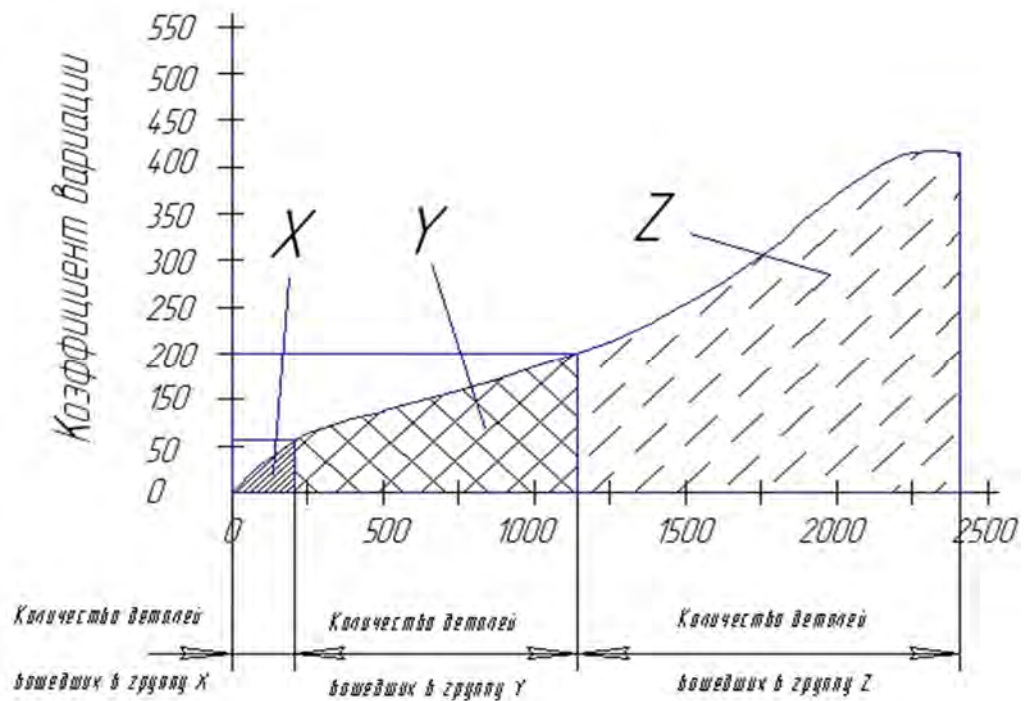


Рис. 2. XYZ анализ склада запасных частей КамАЗ предприятия ОАО «ФОРАВТО»

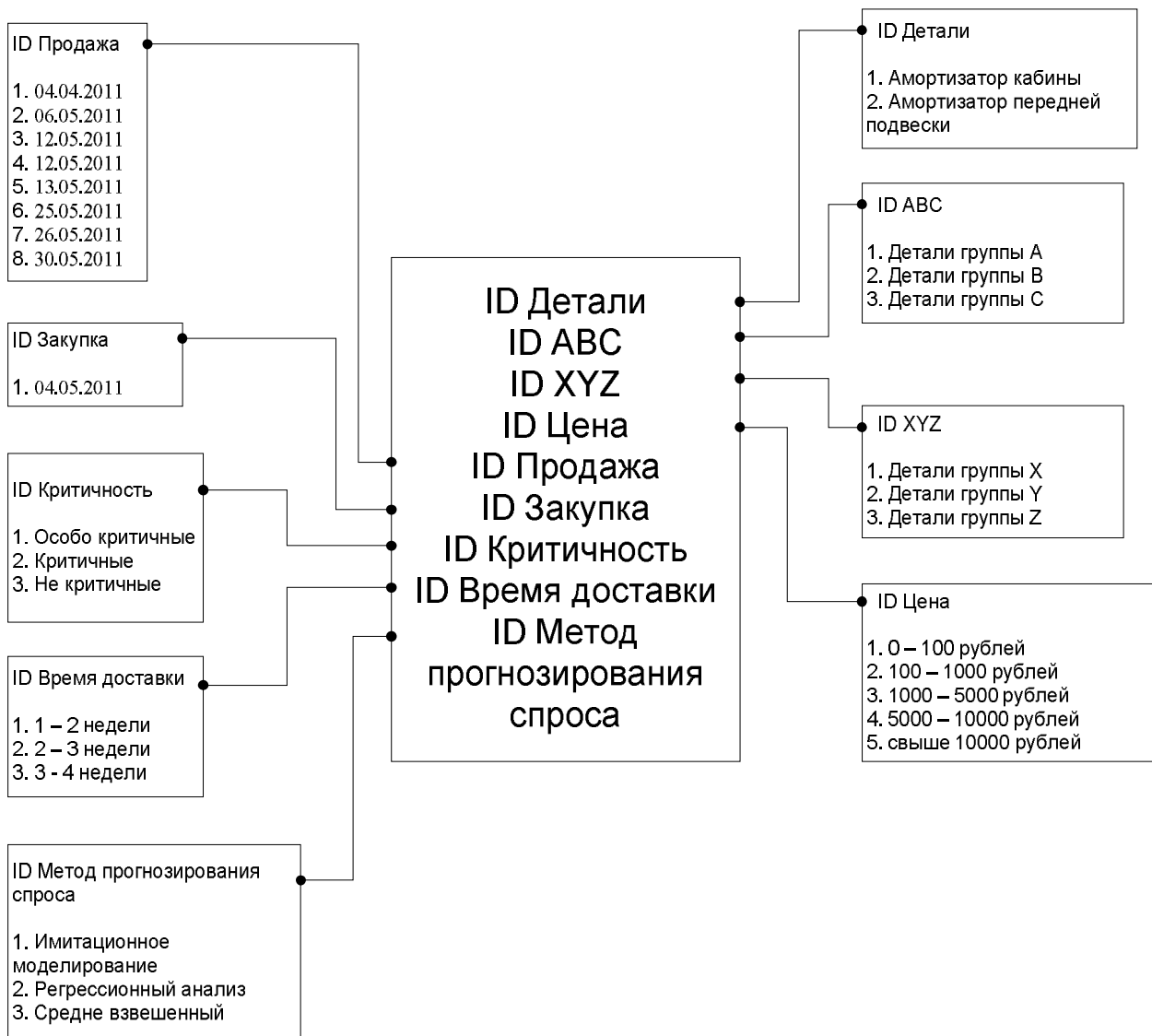


Рис. 3. Пример создания базы данных

В заключении хочется сделать вывод и еще раз отметить преимущества этого программного обеспечения. Приложение Office Access позволяет специалистам по работе с информацией отслеживать данные и составлять по ним отчеты, используя интерфейс Microsoft Office Fluent и интерактивные возможности конструирования, не требующие глубоких знаний в области баз данных. Данные можно предоставлять в общий доступ, размещая их в Интернете в виде списков Microsoft Office SharePoint Server, допускающих аудит и резервное копирование.

Создание отчета в Office Access полностью соответствует принципам режима точного отображения (WYSIWYG). Можно изменить отчет, используя средства визуальной обратной связи в реальном времени, и сохранить разные представления для тех или иных аудиторий. Новая область группировки, возможности отбора и сортировки помогают отображать сведения в нужном виде и благодаря этому принимать более обоснованные деловые решения.

Благодаря функции автоматического обнаружения типов данных создавать таблицы в Office Access не труднее, чем работать с таблицей Microsoft Office Excel. Достаточно ввести данные, и Office Access автоматически определит, что это: дата, денежная сумма или другой стандартный тип данных. Можно даже вставить всю таблицу Excel в

Office Access, чтобы отслеживать информацию с помощью обширного инструментария базы данных.

В Office Access можно с помощью Microsoft Office InfoPath или HTML создавать формы, где будет собираться информация для базы данных. Затем такую форму можно направить коллегам по электронной почте и использовать содержимое ответных сообщений для заполнения и обновления таблицы Access, что избавляет от необходимости вводить данные повторно.

Данные Access можно предоставить в общий доступ другим участникам рабочей группы, используя средства служб Windows SharePoint Services. Объединенные возможности этих двух приложений позволят всем участникам группы редактировать данные и просматривать отчеты в реальном времени непосредственно через веб-интерфейс.

Microsoft Access легко взаимодействует с такими распространенными программами как Microsoft Excel, Visual Basic, данные можно обрабатывать в этих средах и переносить обратно в Microsoft Access.

Библиографический список

1. Стерлигова, А. Н. Управление запасами в цепях поставок: учебник. — М.: ИНФРА-М, 2008. — 430 с.
2. Рыжиков, Ю. И. Теория очередей и управление запасами: учебное пособие. — СПб.: Питер, 2001. — 384 с.
3. Кошелев, В.Е. Access 2007. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2008 г. – 592с.: ил.

МОДЕЛЬ ОТКАЗА РАЗМЕРНОЙ ЦЕПИ АГРЕГАТА**В. Н. Катаргин, И. С. Писарев, С. В. Хмельницкий**

Сибирский федеральный университет

Приведены результаты научных исследований по разработке модели отказа размерной цепи агрегата, основанного на моделировании зависимостей изнашивания поверхностей деталей. В статье проанализированы причины некачественного проведения ремонтных воздействий, их влияние на конкурентоспособность предприятий автотехобслуживания. Отражен научный обзор ключевых существующих методов оценки уровня надежности, произведен их сравнительный анализ, а также представлено описание процесса разработки модели отказа размерной цепи агрегата, служащего основой для построения альтернативного метода определения показателей свойств надежности агрегатов автомобилей.

Ключевые слова: надежность; агрегат; ремонт; износ деталей; моделирование.

Опыт работы предприятий автотехобслуживания показывает, что низкое качество ремонта и обслуживания техники оборачивается экономическими потерями для самих предприятий, производителей техники ее владельцев. Повторение заявок на обслуживание автомобилей, требующих повторного ремонта, создает неритмичность в работе, вызывает материальные, энергетические и трудовые затраты, увеличивающие себестоимость услуг. Все эти процессы вносят неблагоприятные изменения в ценовую политику сервисных компаний и предприятий транспорта, что не позволяет поддерживать конкуренцию на достаточно высоком уровне, приближенном к развитым западноевропейским странам. Причиной таких негативных явлений, зачастую оказывается недостаточное информирование высшего руководства и инженеров ремонтной службы предприятий о текущем уровне надежности поступающих в ремонт объектов.

Такой подход к процессу проведения ремонтных воздействий не дает объективной информации о том, какими качествами должен обладать тот или иной технологический процесс проведения ремонта агрегата, его структура, применяемые технологии и материалы. Кроме того, такая неопределенность и неуправляемость процесса проведения ремонтных воздействий становится серьезным препятствием для служб снабжения запасными частями на пути к рациональному построению процессов заказов.

Таким образом, первостепенная цель в задаче повышения качества проведения ремонта и снижения себестоимости его проведения заключается в первую очередь в оценке уровня надежности автомобилей в целом, их узлов и агрегатов.

Большой интерес для изучения надежности представляет такой агрегат трансмиссии как пятиступенчатая механическая коробка переключения передач автомобилей семейства «Газель», «Волга» и их модификаций, поскольку такие транспортные средства широкого назначения имеют достаточно обширный спектр условий и режимов эксплуатации, что приводит к большим нагрузкам на агрегаты трансмиссии, в том числе и на КПП.

Вопросам оценки уровня надежности машин посвящено множество научных трудов. В первую очередь следует выделить традиционные методы оценки уровня надежности [1], основанные на определении допустимого уровня вероятности безотказной работы. При этих методах проводятся пассивные эксперименты, заключающиеся в наблюдении за подконтрольной выборкой исследуемых элементов системы с целью фиксирования наработок их отказов и получения характеристик надежности. Однако, методы такого типа обладают рядом недостатков. Один из ключевых — это невозможность

оценки параметров надежности, если не известны статистические данные об отказах элементов, например, при вводе в эксплуатацию новых моделей транспортных средств. Ко второму можно отнести невозможность применения таких методов при параллельном продолжении проведения эксплуатационных испытаний, что в большинстве случаев снижает достоверность таких методов. К тому же методы такого типа не учитывают использование остаточного ресурса элементов машин.

Достаточно перспективным возможным направлением оценки уровня надежности агрегатов автомобилей является развитие подходов, основанных на анализе размерных характеристик деталей и их взаимном сопряжении через построение, анализ и расчет размерных цепей [2].

На таких фундаментальных подходах основан и предложен метод оценки уровня надежности по исследованию диагностического параметра, который позволяет учитывать закономерность изменения параметра технического состояния и его допустимое значение [3]. Использование этого метода позволяет оценить как полный, так и остаточный ресурс диагностируемого механизма, однако при этом не учитываются процессы восстановления работоспособности автомобилей или их составных частей. К тому же развитие такого метода в данном направлении позволяет анализировать в большинстве случаев только одно сопряжение деталей, не учитывая всю совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих элементов агрегата и их влияние друг на друга, что отрицательно может отражаться на достоверности таких методов.

Зарождению альтернативных способов оценивания уровня надежности как автомобилей в целом, так и отдельных агрегатов способствовало множество научных трудов авторов СФУ (КГТУ), основанных на обеспечении точности замыкающих звеньев размерных цепей [4, 5].

Наибольший интерес представляет работа [5] в которой качество проведенного ремонта оценивается через остаточный ресурс замыкающих звеньев размерных цепей. Такой подход дает возможность наиболее достоверно и точно определить надежность агрегата в целом, к тому же позволяет выявить элементы структуры размерных связей, лимитирующие надежность агрегата. Однако при определении остаточного ресурса авторы работы пренебрегают выявлением закономерности изнашивания поверхностей деталей, принимая ее за линейную характеристику. Кроме того, направление данной работы не преследовало цель анализа надежности отремонтированных агрегатов, а лишь подтверждало адекватность предложенной научной гипотезы.

С учетом выявленных недостатков существующих и альтернативных методов оценки уровня надежности агрегатов, ниже представлено описание альтернативной модели формирования отказов агрегатов автомобилей на основе закономерностей изнашивания поверхностей деталей. Для построения такой модели необходимо, прежде всего, синтезировать износную размерную модель (ИРМ) исследуемого агрегата. Такую модель можно представить в виде множества взаимосвязанных и взаимодействующих размерных цепей. К примеру, такой агрегат трансмиссии, как механическая пятиступенчатая коробка переключения передач, может включать в себя до 70 размерных цепей в зависимости от уровня детализации и полноты охвата различного рода погрешностей расположения деталей в пространстве относительно друг друга.

Размерная цепь в свою очередь представляет собой совокупность геометрических размеров, расположенных по замкнутому контуру, определяющих взаимоположение поверхностей, а также осей одной или нескольких деталей, (рис 1). Проблема построения ИРМ заключается в том, что нужно произвести трансформацию от зрительного образа чертежа агрегата, его трехмерной модели к его математическому описанию. Это сложная,

трудоемкая и нетривиальная задача, так как для этого нужно перевести чертеж к такой структуре, при которой неявные связи были бы выявлены и четко прослеживались.

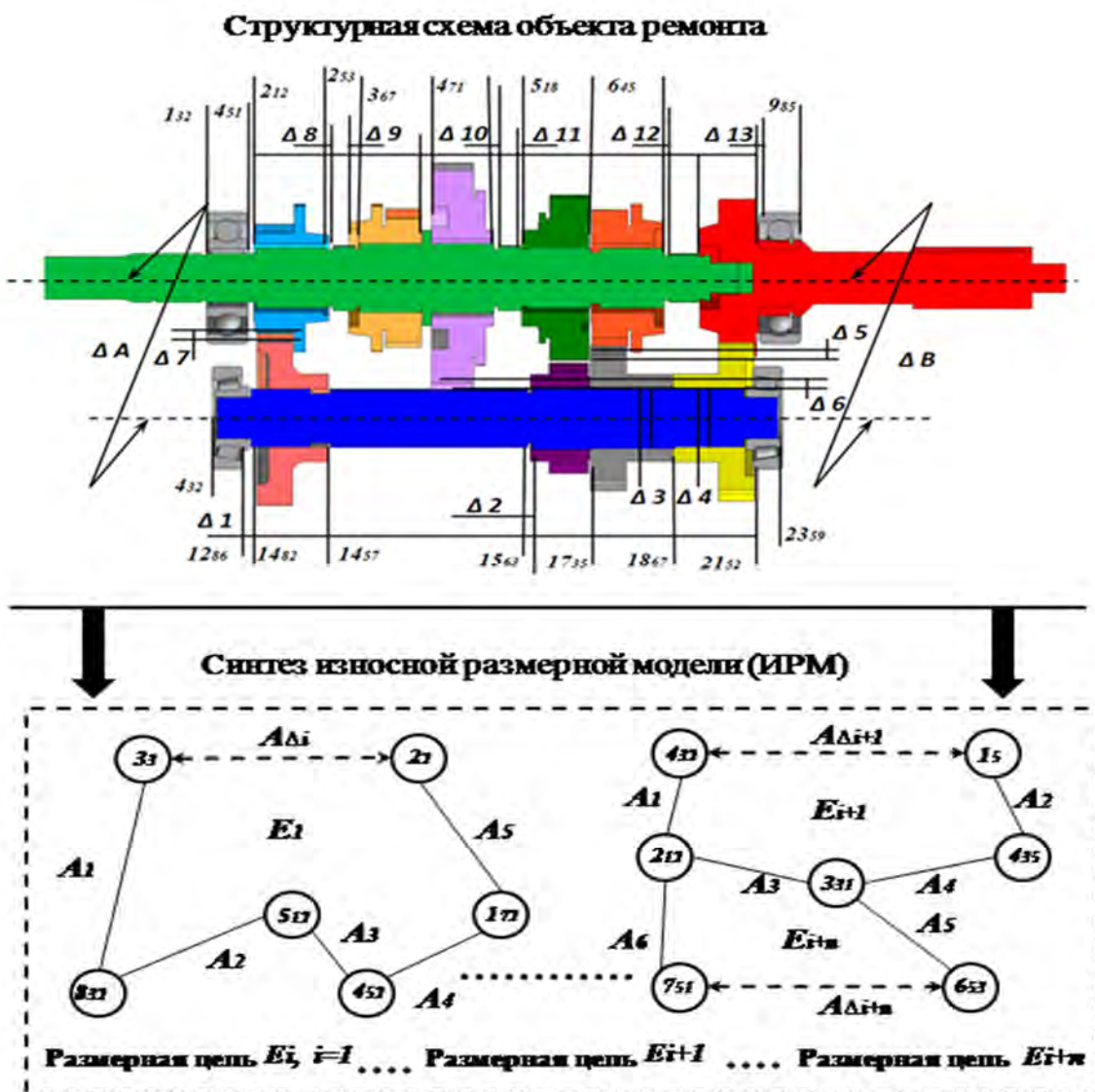


Рис. 1. Синтез износной размерной модели

Для формализации такой процедуры были разработаны и апробированы методики формирования ИРМ, основанные на теории графов. Наиболее совершенной из них является методика [6], учитывающая векторные погрешности, в результате которых образуются звенья-векторы. К данному роду погрешностей относятся, например, радиальное биение наружной поверхности относительно внутренней у деталей типа втулок, биение торцовых поверхностей.

Второй составляющей этой методики является этап получения зависимостей изнашивания поверхностей деталей (звеньев размерных цепей), входящих в износную размерную модель. Для получения такого рода информации необходимо проанализировать величины износов в зависимости от наработки агрегата и получить аппроксимирующую зависимость изменения этого параметра. Из ряда работ, посвященных исследованию износов поверхностей деталей различного функционального назначения [3, 7, 8], известно, что процесс изнашивания поверхностей сопряженных динамически нагруженных деталей большинства агрегатов автомобилей даже при установившихся режимах эксплуатации носит

не линейный характер, а приближен в большинстве случаев, к экспоненциальной зависимости. То есть процесс изнашивания характеризуется функцией:

$$(1)$$

где основание натурального логарифма; наработка агрегата; коэффициенты регрессионной зависимости, определяющие характер и степень изменения размера.

Проводя ряд эксплуатационных, стендовых, комплексных или иного рода испытаний на долговечность получают статистический ряд распределений коэффициентов

Далее, привлекая методы имитационного моделирования, получают ряд зависимостей описывающих процесс изменения размерного параметра для всего объема размерных цепей агрегата, рис. 2 (а). Выполнив эту процедуру N раз, получают те же закономерности для всей однотипной группы автомобилей (N), находящихся в эксплуатации, рис 2 (б).

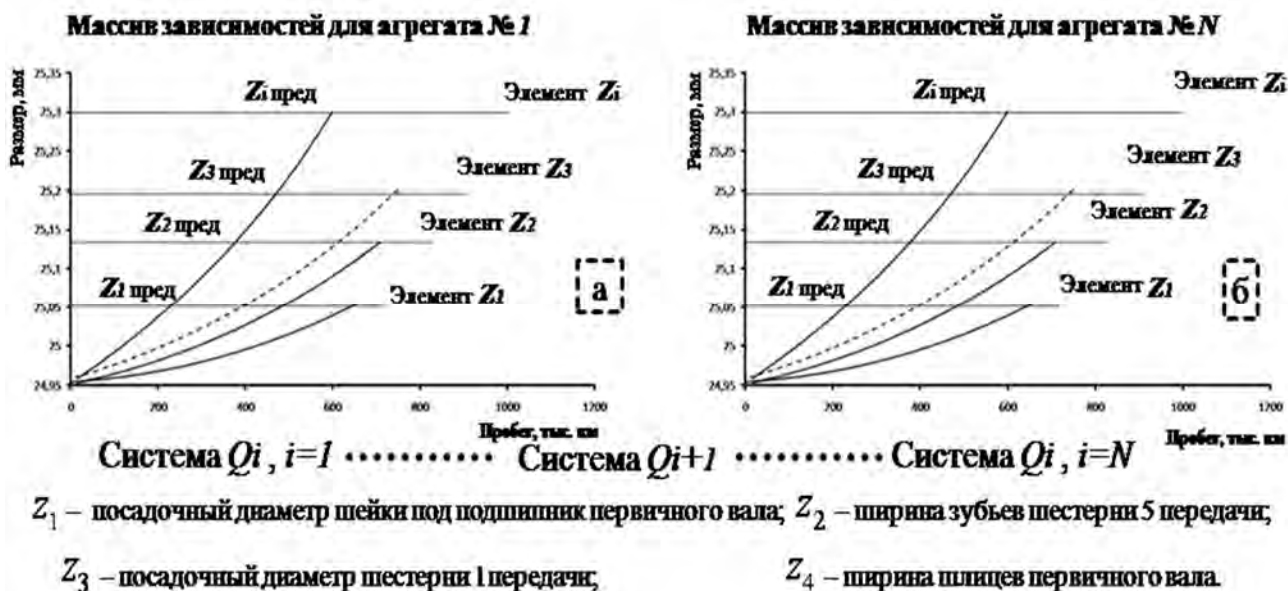


Рис. 2. Моделирование зависимостей изнашивания

Здесь в качестве систем выступают агрегаты автомобилей, а в качестве элементов – звенья ремонтных размерных цепей.

Для получения показателей свойств надежности и их дальнейшего анализа необходимо оценивать наработку до отказа элементов размерных связей, а также их остаточный ресурс с учетом влияния на них сопряженных элементов структуры.

Замыкающее звено размерной цепи является основным индикатором работоспособного состояния сопряжения, так как его предельное значение строго регламентировано техническими условиями на капитальный ремонт того или иного агрегата. Поэтому, событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния детали или агрегата в разрабатываемой модели будет считаться выход текущего значения размера замыкающего звена размерной цепи (рис. 3) за установленные предельные значения этого звена. Также фиксирование отказа будет наблюдаться в момент достижения любого из составляющих звеньев этой размерной цепи своего предельного значения.

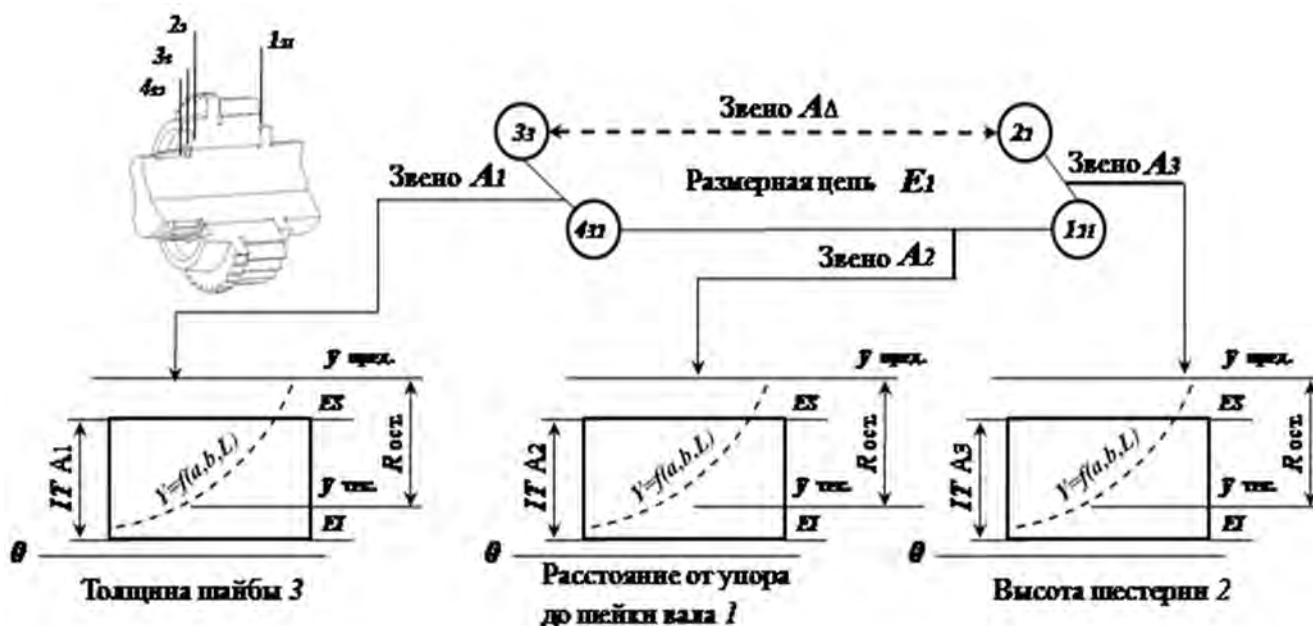


Рис. 3. Модель отказа размерной цепи

В настоящее время продолжается работа по дальнейшему развитию предложенной модели отказа размерных цепей агрегатов автомобилей, по разработке методологических основ учета составляющих звеньев на параметры функциональных зависимостей изнашивания замыкающих. Также ведется работа по созданию необходимых условия для постановки научного эксперимента для сбора и обработки необходимой статистической информации об износах поверхностей деталей в зависимости от наработки агрегатов, а также по разработке, научному обоснованию и апробированию метода определения показателей свойств надежности агрегатов автомобилей, конечной целью которого является:

- возможность прогнозирования затрат на ремонт агрегатов;
- выдвижение обоснованных требований к проектированию технологических процессов при ремонте;
- разработка рекомендаций к конструктивному исполнению как агрегатов, так и их деталей;
- новые предпосылки к разработке ресурсосберегающих технологий ремонта.

Такие критерии качества проведения ремонтных воздействий являются важнейшими конкурентными преимуществами крупных предприятий автотехобслуживания.

Библиографический список

1. Кузнецов Е. С., Болдин А. П., Власов В. М., и др. Под ред. Кузнецова Е. С. /Техническая эксплуатация автомобилей - М.: Наука, 2001. - 535 с.
2. Дехтеринский Л. В. Акмаев К. Х. Ремонт автомобилей. Учебник для вузов / Транспорт, 1992.— 295с.: ил, табл.
3. Ананьин А. Д., Михлин В. М., Габитов И. И. и др. Диагностика и техническое обслуживание машин: учебник для студентов высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 432 с.

4. Катаргин В. Н., Сорокин А. Г. Методика моделирования ресурсов ремонтных размерных связей агрегатов автомобилей / Межвузовский сборнике науч. трудов с международным участием “Транспортные средства Сибири”. – Красноярск: КГТУ, 1999.

5. Катаргин В. Н., Писарев И. С. Ремонт агрегатов автомобилей управлением точностью размерных связей / Автомобильная промышленность. – 2008. – № 3. – С. 27–29. — (журнал перечня ВАК РФ)

6. Катаргин В. Н., Писарев И. С., Хмельницкий С. В. Модификация методики формирования размерной модели в задачах оценки параметров технического состояния агрегатов транспортно-технологических машин / Проблемы диагностики и эксплуатации автомобильного транспорта: мат-лы III Международной науч.-практ. конф. / Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2011. 308 с.

7. Авдонькин Ф. Н. Оптимизация изменения технического состояния автомобиля в процессе эксплуатации. – М.: Транспорт, 1993. – 350 с.

8. Скундин Г. И. Механические трансмиссии колесных и гусеничных тракторов. – М.: «Машиностроение», 1969. – 342 с.

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

УДК 614.841

МОДЕРНИЗАЦИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПОЖАРНЫХ СТВОЛОВ

А.Г. Осипов, К.В. Станишевская, М.А. Шульга

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет

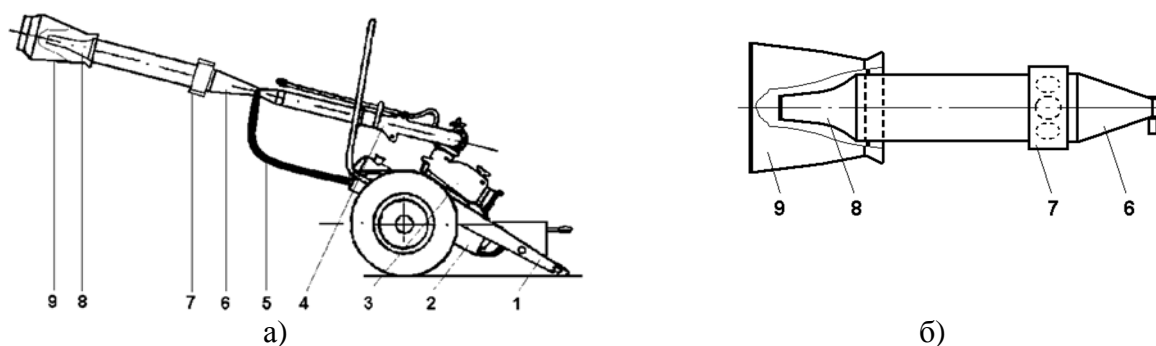
Модернизованы универсальные пожарные стволы, предназначенные для формирования и подачи на большое расстояние различных струй. Стволы работают на воде, традиционной пене, быстротвердеющей пене и других огнетушащих веществах. Они используются при тушении крупных пожаров нефтепродуктов, транспортных средств, древесины, взрывчатых, ядовитых и других веществ и материалов. Высокая эффективность стволов подтверждена огневыми испытаниями, максимально приближенными к условиям реальных пожаров.

Ключевые слова: безопасность; тушение пожаров; универсальные пожарные стволы; модернизация; полигонные испытания.

В настоящее время борьба с пожарами приобретает все большую актуальность. Универсальные пожарные стволы (УПС) в лафетном и ручном исполнении относятся к пожарному оборудованию и могут быть использованы при тушении пожаров наземных, воздушных и водных транспортных средств, различных веществ и материалов, штабелей леса, технологического оборудования, резервуаров с нефтепродуктами, розливов последних и так далее, а также применены в технологических процессах, требующих воздействия (размывания, увлажнения) водой или изоляции пеной материалов и веществ.

Особую актуальность приобретает использование УПС при тушении воздушных транспортных, специальных и боевых средств, в частности самолетов, вертолетов и других летательных аппаратов, поскольку огнестойкость их фюзеляжей не превышает 60 с.

К числу лафетных УПС относится разработанный и запатентованный в НИ ИрГТУ универсальный пожарный ствол [1], представленный на рис. 1. Его основными компонентами являются: навесная или прицепная тележка 1, емкость 2 для отвердителя или улучшающей свойства огнетушащего вещества присадки, приемный корпус 3 с напорными патрубками и поворотным тройником, разветвление с трубой 4, всасывающий рукав 5, водопенный насадок 6 с эжектирующим устройством, выполненный в виде конфузorno-диффузорного патрубка, подвижное кольцо 7, перекрывающее распыливающие отверстия водопенного насадка 6, съемный конфузorno-диффузорный насадок 8 и конфузorno-диффузорный дефлектор 9, постоянно установленный на выходном конце водопенного насадка 6.



**Рис. 1. Лафетный универсальный пожарный ствол конструкции НИ ИрГТУ:
а) – общий вид; б) – водопенный насадок**

Этот УПС при подаче воды после предварительной установки съемного конфузорного патрубка 8, закрытия кольцом 7 распыливающих отверстий водопенного насадка 6 и перекрытия всасывающего рукава 5 работает следующим образом.

Поток огнетушащей жидкости – воды под давлением, создаваемым посторонним насосом, подается по рукавным линиям в напорные патрубки приемного корпуса 3, выходит из его поворотного тройника, проходит по разветвлению с трубой 4 и поступает в водопенный насадок 6 с перекрытым всасывающим рукавом 5. В водопенном насадке 6 с закрытыми кольцом 7 распыливающими отверстиями поток ускоряется и формируется, далее поступает в съемный конфузорный патрубок 8, где вторично ускоряется и в виде компактной дальнобойной струи подается на тушение горящего или защиту не горящего объекта.

Лафетный универсальный пожарный ствол с предварительно снятым конфузорным патрубком 8, открытыми на водопенном насадке 6 распыливающими отверстиями и открытым всасывающим рукавом 5 при подаче пены работает следующим образом.

Поток огнетушащей жидкости – рабочего раствора пенообразующих веществ под давлением, создаваемым посторонним насосом, подается по рукавным линиям в напорные патрубки приемного корпуса 3, выходит из его поворотного тройника, проходит по разветвлению с трубой 4 и поступает в водопенный насадок 6. За счет эжекции в горловину его конфузорно-диффузорного патрубка по всасывающему рукаву 5 поступает отвердитель или улучшающая свойства огнетушащего вещества присадка из емкости 2, а при ее опорожнении из посторонней емкости. В водопенном насадке 6 рабочий раствор смешивается с воздухом, поступающим через открытые распыливающие отверстия насадка, а на выходе из последнего вторично смешивается с воздухом, подсасываемым за счет эжекции в конфузорно-диффузорном дефлекторе 9. Сформированная пенная струя, прошедшая двухступенчатое пенообразование, подается на тушение горящего или защиту не горящего объекта.

Однако наличие в данном лафетном универсальном пожарном стволе таких элементов как: 7, 8, 9 усложняют конструкцию, делают ее менее надежной и дорогой.

В ходе экспериментальных исследований также было установлено, что на некоторых скоростных режимах работы ствола, нечеткая работа перекрывающего элемента 7 вызывает излишнюю турбулентность потока, приводящую к частичному отрыву формируемой струи от внутренней поверхности проточной части ствола. В результате происходит торможение потока и снижение дальности полета формируемой струи.

Для устранения отмеченных недостатков, упрощения конструкции ствола, снижения количества его компонентов, уменьшения габаритов и массы были проведены исследования и предложена новая конструкция УПС, получившая название универсальный ствол Осиповых (УСО) [2].

На рис.2. схематично представлена конструкция модернизированного ручного универсального пожарного ствола УСО.

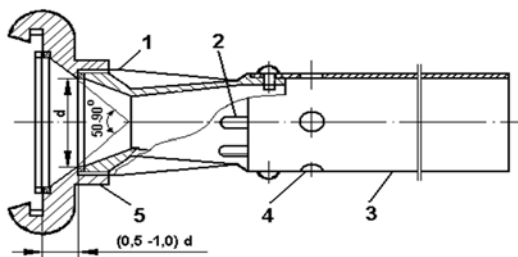


Рис. 2. Универсальный пожарный ствол Осиповых (УСО) в ручном исполнении

Разработанный УСО не имеет характерных для УПС НИ ИрГТУ перечисленных выше недостатков. В его конструкции отсутствуют съемные и движущиеся компоненты, кроме того УСО имеет меньшие почти на порядок габариты и массу.

В отличие от предыдущих стволов конструкцией УСО предусмотрены дополнительные щелевые отверстия, расположенные по периметру на выходе из водопенного конфузорно-диффузорного насадка. Поступающий через эти щелевые отверстия воздух воздействует на уже сформировавшуюся струю только с внешней стороны, что создает эффект мелкопузырькового слоя на внутренней поверхности проточной части ствола, что значительно снижает гидравлическое сопротивление и увеличивает дальность огнетушащей струи.

Дробление потока только с внешней стороны в случае формирования пенных струй позволяет, не снижая несущей способности последних, довести кратность пены до средних значений порядка 20 и более.

Для проведения дальнейших исследований, испытаний и сравнительной оценки УСО и стоящих на вооружении пожарных стволов был изготовлен ряд опытных образцов (рис.3).



а)



б)

Рис. 3. Универсальные пожарные стволы: а) – стандартный ствол и УСО; б) – опытные УСО

Работоспособность и преимущества опытных образцов ручных УСО проверены в ходе экспериментальных исследований и полигонных испытаний, фрагменты которых представлены на рис. 4.



а)



б)



в)



г)

Рис. 4. Сравнительные полигонные испытания модернизированных универсальных пожарных стволов: а) – работа опытного образца УСО по воде; б) – работа опытного образца УСО по пене; в) – работа стандартного универсального пожарного ствола, стоящего в настоящее время на вооружении; г) – работа опытного образца УСО по пене

Положительные результаты полигонных испытаний опытных образцов УСО в ручном исполнении позволяют рекомендовать модернизированные универсальные пожарные стволы в ручном или лафетном исполнении для практического использования, в том числе для специфического тушения летательных аппаратов, когда счет идет на секунды.

Библиографический список

1. Патент RU 79433 U1, МПК А 62 С 31/02, 31/12. Универсальный пожарный ствол / А.Г. Осипов, Ю.Н. Горнов, П.В. Королев. Заявитель и патентообладатель ГОУ ИрГТУ. - 2008130703/22; заявл. 24.07.2008; опубл. 10.01.2009. Бюл. № 1.
2. Патент RU 2111782, МПК 6 А 62 С 31/02, 31/12. Пожарный ствол Осиповых / Г.И. Осипов, А.Г. Осипов, А.В. Осипова; Заявитель и патентообладатель они же. - № 97102129/12; заявл. 11. 02. 1997; опубл. 27.05.98. Бюл. № 15 на 4 с.

КОМБИНИРОВАННЫЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПРОИЗВОДСТВА В МАШИНОСТРОЕНИИ

И.И. Хафизов - к.т.н, доцент

ФГАОУ ВПО Казанский (Приволжский) федеральный университет

В статье приводятся теоретические и практические данные по разделению материалов, особенно дефицитных в природе материалов, способы применяемые в производстве, преимущества и недостатки, пути создания перспективных изделий нового поколения наукоемкой продукции.

Ключевые слова: технологии, машиностроение, электрохимические методы, дефицитные материалы

Заготовительные операции по разделению всех видов материалов включают ручное и машинное разрезание на оборудовании различного назначения. Для этого используются как традиционные способы (прессы, металлорежущее оборудование с металлическим и абразивным инструментом и др.) так и новые виды обработки (лазерная резка, электроэрозионное разделение, ультразвуковые процессы). В машиностроении имеется достоверная информация об освоенных методах, их предельных возможностях и недостатках. С увеличением доли затрат на материалы возникала проблема изыскания новых видов разделения материалов, особенно это коснулось дефицитных и дорогих сплавов типа драгоценных металлов, вольфрама, магнитных сплавов, хрупких полупроводников, где выход годных деталей после обработки становился менее половины исходной массы, а дефекты, вносимые в поверхностный слой при разрезке, сохранялись в изделии и снижали его характеристики.

Анализ известных процессов и оборудования показывает, что можно достичь высокой точности деталей при разделении за счет установления закономерностей процесса при переменных условиях обработки, созданием автоматизированных систем управления процессом с адаптацией параметров, в частности подачи инструмента – диска, управления его состоянием при разрезке, контролем и корректировкой положения режущей части в пазе[1].

Технологические возможности традиционных методов обработки достаточно полно реализованы в отраслях машиностроения. По мнению специалистов, здесь трудно ожидать прорывных возможностей создания новых технологических приложений, обладающих существенной новизной и конкурентоспособностью. Глобальным направлением в создании новых технологических процессов становится проектирование комбинированных методов обработки, сочетающих физические явления (механические, тепловые, химические, магнитные, ядерное воздействия), совместное действие которых может дать эффективный выход на создание новых технологий. Комбинации известных воздействий позволяют спроектировать более 800 новых технологических процессов, из которых только 1-2% изучены и реализованы в промышленности. Анализ литературных источников и опыта предприятий показывает, что применение комбинированных методов обработки с наложением электрического поля значительно расширяет технологические возможности разработчиков при изготовлении перспективных конструкций, уровень которых ранее ограничивался возможностями освоенных новых технологий.

Исследования отечественных и зарубежных специалистов в области комбинированных методов обработки с наложением электрического поля создали научную базу для разработки методологии проектирования эффективных технологических процессов, обеспечивающих создание конкурентоспособной техники. Особо это важно для отраслей машиностроения, где приоритет отечественной науки до сих пор сохраняется.

Направленный, научно-обоснованный выбор комбинированных видов физических воздействий, оптимальное сочетание технологических возможностей различных видов обработки, включая механические, можно рассматривать как новое актуальное направление в области технологии машиностроения. Реализация этого направления позволит достичь качественного скачка по расширению технологических возможностей большинства отраслей машиностроения и открывает пути создания перспективных изделий нового поколения наукоемкой продукции.

Создание теоретических основ и реализация проектируемых комбинированных технологических процессов с наложением электрического поля является актуальной проблемой для производства, решение которой становится базой для перехода на новый технический уровень, соответствующий современным требованиям к технологии изготовления конкурентоспособной наукоемкой продукции [2].

Библиографический список

1. Хафизов И.И. Малоотходное чистовое разделение дефицитных материалов комбинированным методом. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Изд-во ГОУ ВПО ВГТУ, 2007. – 18 с.
2. Смоленцев Е.В. Структуризация воздействий и проектирование комбинированных процессов формообразования. Автореферат на соискание ученой степени доктора технических наук. Изд-во ГОУ ВПО ВГТУ, 2011. – 32 с.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ СЛОЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

**Д.Б. Пайкин - аспирант каф. оборудования и автоматизации
машиностроения, НИ ИрГТУ, dpaykin@istu.edu**

В статье представлены методики по выбору параметров для создания управляющей программы для станков с ЧПУ при фрезеровании поверхностей свободной формы. Рассмотрены теоретические основы выбора оптимальной стратегии фрезерования с учетом качества поверхности. Представлены геометрические расчеты высоты остаточного гребешка. Даны рекомендации по выбору инструмента, и создания трехмерной модели для получения качественной управляющей программы. Результаты работы могут быть использованы в модулях САМ-систем для оптимизации управляющих программ обработки сложно профильных деталей концевыми сфероцилиндрическими и сфероконическими фрезами.

Ключевые слова: стратегия обработки, остаточный гребешок, концевая фреза, микрогеометрия, сложная поверхность, 3-х осевая обработка.

Многообразие проводимых в настоящее время исследований сосредоточено на разработке и анализе методов, которые используются для уменьшения времени, затрачиваемого на различных стадиях: от компьютерного моделирования поверхности изделия до, непосредственно, механической обработки, при сохранении или улучшении качества обработанной поверхности. Одно из самых важных направлений – планирование пути инструмента при обработке на станке с числовым программным управлением (ЧПУ). Главной целью здесь является определение положения и ориентации инструмента для эффективной обработки поверхности в пределах заданной погрешности.

Как правило, обработка поверхности изделия на станке с ЧПУ состоит из двух стадий – начальной черновой обработки и окончательной чистовой обработки. Во время черновой обработки материал удаляется с наибольшей возможной скоростью, на которую рассчитан данный инструмент. Во время чистовой, окончательной обработки инструмент должен обеспечивать максимальный контакт с обрабатываемой поверхностью, для того чтобы обеспечить максимальное удаление оставшегося после черновой обработки материала и воспроизвести как можно более точно требуемую поверхность. После чистовой обработки оставшиеся гребешки, которые неизбежны при обработке поверхности на станке, удаляются шлифованием или (и) полированием.

Поверхность сложной формы – это такая поверхность, в дифференциальной окрестности каждой точки которой главные кривизны от одной ее точки к другой бесконечно близкой точке изменяются либо по величине, либо по ориентации главных секущих плоскостей, либо по величине и ориентации главных секущих плоскостей одновременно [2].

Для получения качественной траектории движения инструмента, необходимо начать с получения хорошей поверхности в 3D-модели. Если использовать различные программные обеспечения для создания 3D-модели и траектории движения, то обязательно необходимо провести проверку всех поверхностей на соответствие исходной модели.

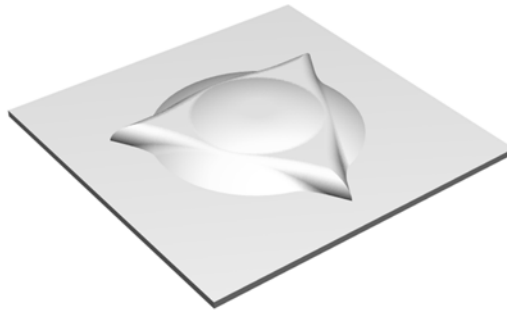


Рис.1. Сложная поверхность

Необходимо определить направление "положительного вектора нормали к поверхности". Нормаль к поверхности - это вектор (направление), перпендикулярный касательной плоскости к поверхности в точке касания. Это параметр, которым характеризуется любая поверхность. На диаграммах ниже, зеленые стрелки обозначают вектор, перпендикулярный к поверхности в точке, где он пересекает эту поверхность. Они указывают в сторону положительной нормали поверхности.

Каждая поверхность имеет два нормальных вектора, которые указывают в противоположных направлениях. Один называется положительным, другой - отрицательным. Положительная нормаль к поверхности всегда должна быть направлена в сторону обработки. Во время создания поверхности, по умолчанию положительное нормальное направление базируется относительно направления кривых поверхности. Это может вызвать трудности, если вы обрабатываете модель, которая имеет несколько поверхностей с различными направлениями нормалей. Для избегания неверного построения траектории движения инструмента, нормали должны быть перевернуты так, что бы все положительные нормали указывали в одном направлении.

Важно знать направление нормали к поверхности, так как она влияет на создание траектории движения инструмента. Кроме того, необходимо проверять максимальный и минимальный допуск на отклонение от заданной формы. Эти допуски определяют максимальное расстояние, на которое поверхность может быть отдалена от исходной кривой 3D-модели. Если допуск является слишком большим, то качество обработанной поверхности может быть неудовлетворительным. Рекомендуемым значением максимального допуска на отклонение от формы является 0,0010-0,0015 мм.

Все САМ-системы поддерживают создание различных траекторий для описания поверхностей. Большинство черновых операций осуществляются при движении по различным траекториям с постоянным значением по оси Z (constant Z-levels). При этом остается большое количество недоработанного материала, что показано на рис.2. На объем оставшегося материала влияет глубина шага по оси Z между проходами.

Очевидно, что с уменьшением глубины шага по оси Z на черновых операциях увеличится время обработки, но необходимо рассматривать и другие факторы, которые влияют на программирование траектории: свойства материала, размер чистового инструмента и необходимое качество поверхности. При обработке мягких материалов, таких как алюминий или мягкая сталь, то большие ступени, оставшиеся после черновой обработки, не оказывают сильного влияния на процесс чистовой обработки. Если же ведется обработка твердых материалов, чистовой инструмент может отгибаться от поверхности за счет повышенных сил резания, вызванных неравномерным и излишним припуском. В результате мы можем получить неравномерно обработанную поверхность.

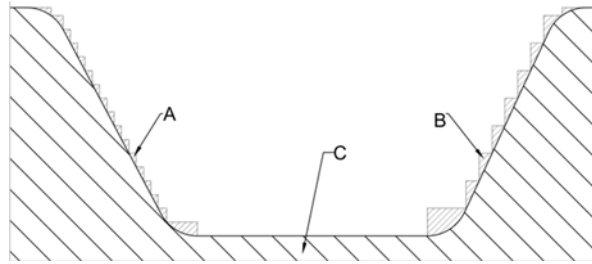


Рис.2. А – остаточный материал, после черновой обработки, В – остаточный материал, при увеличении глубины шага, С – поверхность детали

Основным способом решения данной проблемы является уменьшение глубины шага между проходами по оси Z, или добавление получистовой операции. При выполнении получистовых операций необходимо изменять глубину между проходами относительно чистовых операций, и использовать получистовые фрезы, что бы не происходил преждевременный износ чистовых инструментов. Рекомендованный припуск на чистовую обработку 0,1-0,4 мм.

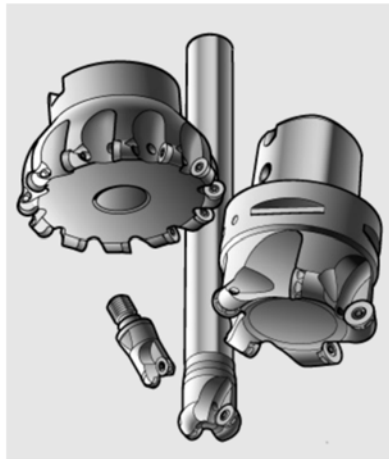


Рис. 3. Фрезы с круглыми пластинами для черновых операций

При использовании меньшего шага по оси Z, можно сократить время обработки при использовании фрез с круглыми пластинами (рис.3). Круглые пластины позволяют использовать более высокие значения подачи, т.к. они создают стружку различной толщины, и силы резания направлены преимущественно по оси шпинделя[3]. Увеличение скорости подачи снижает время обработки. А использование круглых пластины с углом врезания от 0 до 90 градусов приводит к более плавному резанию.

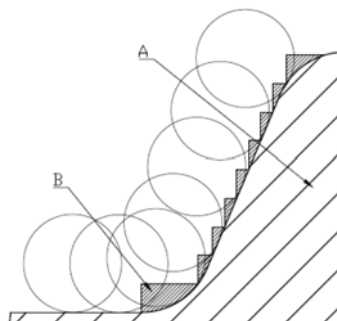


Рис.4. Чистовая обработка фрезами с круглыми пластинами. А – поверхность детали В – остаток ступенчатого материала после черновой обработки

Существует несколько критериев, которые при обработке сложных поверхностей помогают получить высокое качество поверхности. В большинстве случаев, чистовая обработка сложных поверхностей ведется с использованием сферических фрез. Они используются именно за их круглую форму, которая позволяет фрезе перемещаться по всей поверхности и обрабатывать в любой точке поверхности (рис.4).

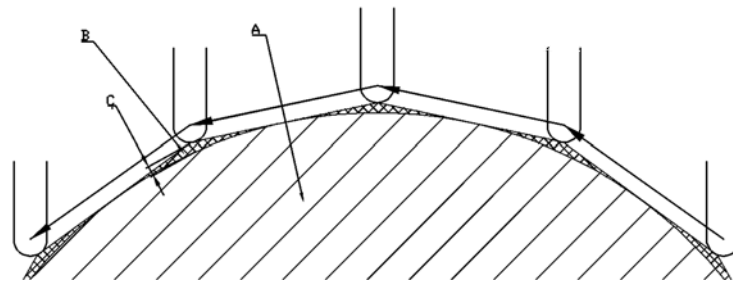


Рис.5. А: поверхность в 3D-модели В: Обработанная поверхность С: допуск на погрешность формы

Следующий параметр, оказывающий влияние на качество поверхности, это радиальный шаг. Радиальный шаг - это расстояние между центральными линиями. Увеличение ширины шага приводит к увеличению остаточного гребешка. Остаточный гребешок является фактором, который определяет гладкость поверхности и качество поверхности.

К качеству поверхностей деталей, имеющих сложные поверхности и обрабатываемых на фрезерных станках с ЧПУ, предъявляются как общие требования по шероховатости и волнистости, так и специфическое требование – допустимая высота остаточного гребешка [5].

Для обеспечения заданного требования к остаточному гребешку, в зависимости от кривизны поверхности детали в области касания инструментальной поверхности с поверхностью резания, возникает необходимость в корректировке шага между соседними проходами. Влияние кривизны поверхности детали на шаг между проходами проиллюстрировано на рис.3 [4]. Шаг между проходами при одной и той же высоте остаточного гребешка наибольший при обработке вогнутой и наименьший - при обработке выпуклой поверхности.

При обработке поверхности сферической частью фрезы шаг между проходами для выпуклой и вогнутой поверхности вычисляется по формуле [1]:

$$S = AB = r \cdot a = 2 \cdot r \cdot \arccos \left(\frac{(r+r)^2 + (r+h)^2 - r^2}{2(r+r)(r+h)} \right), \quad (1)$$

где r - радиус кривизны поверхности детали;

r - радиус фрезы;

a - угол треугольника OMO_1 (рис. 6);

h – высота остаточного гребешка.

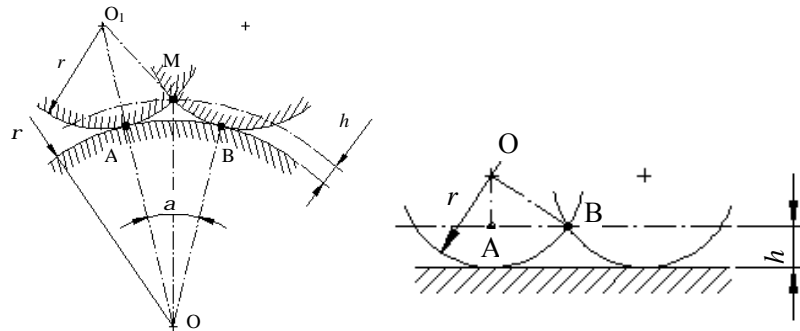


Рис.6. К расчету шага между проходами фрезы (поверхность детали выпуклая или плоская)

В формуле (1) r отрицателен для вогнутой поверхности и положителен для выпуклой. В случае плоской поверхности шаг между проходами можно вычислить из треугольника ABO (рис.6) по формуле:

$$S = 2\sqrt{r^2 - (r - h)^2}, \quad (2)$$

Методы построения траектории движения инструмента по способу образования строк при чистовой обработке деталей сложной формы на трехкоординатных станках с ЧПУ можно объединить в две группы:

- в первой - строки образуются на основе некоторых кривых поверхности детали;
- во второй - строки образуются на основе стратегии.

К первой группе относится обработка по параметрическим кривым и обработка по линиям кривизны [1]. В общем случае направление на поверхности принято задавать в координатах естественного трехгранника, осями которого являются векторы нормали и касательных в u и v направлениях [4].

При обработке по параметрическим кривым инструмент перемещается по линиям $u=\text{const}$ или $v=\text{const}$ на поверхности детали. Данный метод является наиболее простым в реализации. При обработке по линиям кривизны инструмент движется по кривым, нормальная кривизна которых максимальна. При этом обеспечивается максимум ширины строки по всей ее длине. В обоих случаях шаг между соседними строками траектории определяется так, чтобы высота остаточного гребешка не превышала допустимую величину по всей ее длине; на некоторых участках строки высота остаточного гребешка может быть ниже допустимой.

Построение траектории движения инструмента с использованием стандартных стратегий по утверждению разработчиков не имеет такого недостатка, так как основой для построения траектории является не поверхность детали, а некоторый шаблон. Частной стратегией обработки можно назвать шаблон траектории движения инструмента, определяющий: 1) форму строк траектории, 2) метод перемещения с одной строки траектории на другую, 3) метод построения движений врезания и отвода, 4) метод построения укоренных перемещений [4]. Таким образом, частная стратегия обработки полностью определяет форму и параметры всех движений, которые совершает инструмент в процессе обработки.

В CAD/CAM системах имеется пять основных вариантов частных стратегий чистовой фрезерной обработки деталей сложной формы на трехкоординатном станке с ЧПУ: растровая, спиральная, по постоянным уровням оси Z, окружностная и радиальная [1].

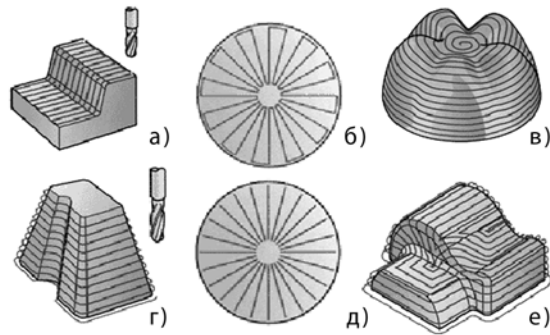


Рис.7. а – растровая, б – радиальный зиг-заг, в – спиральная, г - с постоянными уровнями по оси Z, д – радиальный зиг, е – эквидистантное смещение

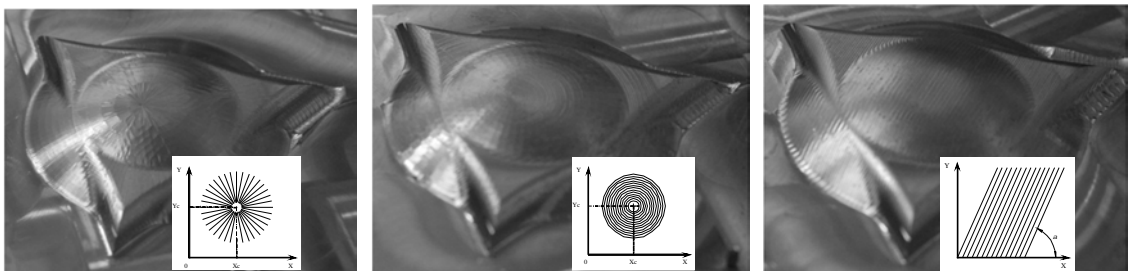


Рис.8. а - Обработка радиальной стратегией, б - Обработка окружной стратегией, в - Обработка растровой стратегией

Поскольку при создании управляющей программы траектории линеаризуются (все траектории движения являются функциями G01, т.е. линейная интерполяция), фреза не всегда может находиться в контакте с поверхностью, имеющей кривизну. Таким образом, реальная траектория выходит за пределы поверхности на величину, указанную в допуске.

В связи с этой линейностью траектории, обработанная поверхность на самом деле представляет собой серию плоских поверхностей, называемых гранями. Если допуск на чистовую обработки поверхности слишком велик, то, в результате, поверхность будет иметь четко выраженные грани. Фильтрация траектории является эффективным способом уменьшить размер управляющей программы, используемой для изготовления сложных поверхностей. При фильтрации траектории, система САМ заменяет траектории на движение по прямой линии, которая находится в пределах допуска.

В данной статье были рассмотрены некоторые аспекты оптимизации обработки сложных поверхностей и проблемы, возникающие при создании управляющих программ. Рассмотрены геометрические параметры контакта детали и инструмента, геометрия остаточного гребешка при различных видах кривизны поверхности. Представлена методика выбора оптимальной стратегии фрезерования в соответствии с криволинейностью поверхности, а именно с направлениями главной кривизны сложной поверхности.

Важным и актуальным направлением для дальнейших исследований является анализ высоты остаточного гребешка при использовании различных стратегий обработки. Исследования в этом направлении позволят нам добиться не только уменьшения времени на обработку сложной детали, но прогнозировать и моделировать микрогеометрию поверхностного слоя после фрезерования.

Библиографический список

1. Пономарев Б.Б. Оптимизация стратегии фрезерования сложных поверхностей. Под ред. А.И. Промптова. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2003 – 239 с.
2. Формообразование сложных поверхностей на станках с ЧПУ С.П. Радзевич. - К.: Выща шк., 1991. 192 с.
3. Фрезы и фрезерование. Под общ. ред. А.И. Промптова – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2006 – 172 с.
4. Imani B. and Elbestawi M., Geometric Simulation of Ball-end Milling Operations. Journal of manufacturing science and engineering, vol.123, p.177-184, 2001
5. Tournier C. and Duc E., ISO-scallop tool path generation in 5-axis milling. The international Journal of Advanced Manufacturing Technology vol.25, p.867-875, 2005

ВОЗМОЖНОСТИ КОНИЧЕСКОГО ЭЛАСТИЧНОГО ТОРА КАК СИЛОВОГО ПРИВОДА

Нгуен Ван Хоан, аспирант института авиамашиностроения и транспорта,
тел.: +79247018668, e-mail: nguyenhoanirk@yahoo.com

Национальный исследовательский иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Выявлены функциональные особенности конического эластичного тора. Описано определение избыточного давления в полости конического эластичного тора под действием внешней нагрузки. Рассмотрена возможность использования эластичного конического тора в качестве силового привода, возвратно-поступательного движения в механизмах различного назначения. Выявлены преимущества силового привода на базе эластичного конического тора.

Ключевые слова: Привод, эластичные конструкции, конический тор, избыточное давление.

Эластичные оболочечные конструкции могут найти свое применение практически во всех областях техники, промышленности и народного хозяйства в качестве мягких движителей, защитных и силовых пневмоконструкций, стационарных строительных сооружений, аварийных спасательных средств, индивидуальных и коллективных пользователей благодаря своим уникальным свойствам: многофункциональность, мобильность, быстрота монтажа и демонтажа, простота эксплуатации в различных условиях, в том числе экстремальных, защитные, силовые, движительные. Они обладают комплексом свойств конструкционного материала: прочностью, герметичностью, эластичностью, агрессивностойкостью, а также свойствами рабочей среды: плотностью, текучестью, упругостью.

Такие конструкции могут эксплуатироваться при длительных и кратковременных внешних воздействиях; в статических, квазистатических и динамических режимах нагружения; в условиях сосредоточенной и распределенной, асимметричной и несоосно приложенной внешней сжимающей нагрузки.

Особое место среди таких конструкций занимают тороидальные (выворачивающиеся) оболочки. Перемещение тороида под действием внутренних или внешних сил происходит в осевом направлении путём выворачивания или наволакивания оболочки по жёсткой или эластичной опорной поверхности. За счёт преобразования работы давления сжатого газа в натяжение замыкающей оболочки стало возможным осуществление продольного перемещения, захват и удержание грузов. При этом скорость движения центральной части тора относительно его периферии при выворачивании имеет вдвое большую величину [1].

Выворачивающаяся (наволакивающаяся) эластичная тороидная часть, за счет избыточного давления в оболочке или сил тяжести перемещается в осевом направлении путем выворачивания внутренней или наволакивания внешней части тороида.

Принципиальным различием перемещения вдоль оси от известных пневматических конструкций поршневого типа является: выворачивание или наволакивание оболочки тороида, относительно наружной или внутренней направляющей, без скольжения за счет воздушной подушки в полости [2].

В предлагаемой работе рассмотрено использование конического эластичного тора как силового привода.

На рис. 1 показан эластичный конический тор, который наполнен жидкостью или газом под регулируемым давлением Δp (Кгс/мм²), размещённый в жёстком коническом

корпусе. В отверстии тора установлен и удерживается жёсткий цилиндр диаметром D (мм) и весом Q .

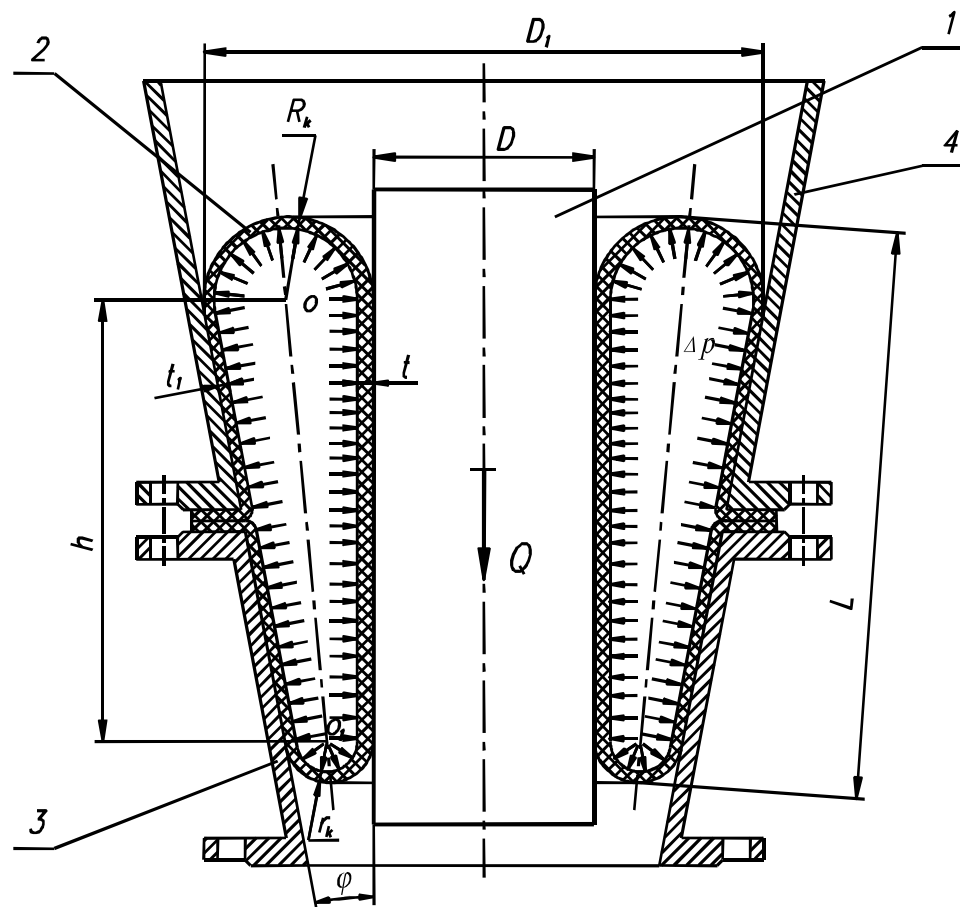


Рис.1. 1- Контейнер (Груз), 2-Конический эластичный тор, 3,4-корпусы рабочей камеры

Равновесие выделенного тора и цилиндра (груза) определяется уравнением.

$$-Q + \Delta p(S_{Rk} - S_{rk}) \cos(j/2) = 0 \quad (1)$$

Где:

+ Δp - избыточное давление в торе (кгс/мм²).

$$+ Q = M \cdot g \text{ - сила тяжести (кгс)} \quad (2)$$

M – масса жёсткого цилиндра.

g – ускорение свободного падения.

+ S_{rk} - площадь поперечного сечения нижнего тора(мм²).

$$S_{rk} = p(2r_k + \frac{D}{2})^2 - \frac{pD^2}{4} = 2pr_k(2r_k + D) \quad (3)$$

+ S_{Rk} - площадь поперечного сечения верхнего тора (мм²).

$$S_{Rk} = p(2R_k + \frac{D}{2})^2 - \frac{pD^2}{4} = 2pR_k(2R_k + D) \quad (4)$$

+ r_k - радиус нижнего тора (мм).

+ R_k - радиус верхнего тора (мм).

+ D – диаметр жёсткого цилиндра (мм).

Из уравнения (1) определим значение избыточного давления в торе.

$$\Rightarrow \Delta p = \frac{Mg}{2p(R_K - r_K)(2R_K + 2r_K + D)\cos(j/2)} \quad (5)$$

При изменении давления Δp в полости тора в сторону увеличения равновесие нарушается и тор начинает выворачиваться (наволакиваться) в осевом направлении и перемещаться вверх, поднимая груз Q (Рис 1). При уменьшении давления Δp тор перемещается в обратном направлении, опуская груз Q .

Конический эластичный тор под действием внутреннего давления, напрягающего его поверхность, перемещается в сторону широкого основания. Причем, чем больше угол конуса тороида, тем больше разница в размерах радиусов кривизны торцев, тем больше сопротивление изменению условия равновесия.

При этом необходимо отметить особые требования к свойствам материала конического тора. При выворачивании тора, особенно у широкого основания, поперечный диаметр оболочки может увеличиваться в разы, а в продольном направлении (сечении) длина оболочки должна сохранять свои размеры. То есть упругие свойства материала оболочки тора в продольном и поперечном направлении должны существенно различаться. Это может быть достигнуто или армированием эластичного материала (например, полимера) нитями в продольном направлении или использованием специального эластичного материала с различными упругими свойствами в продольном и поперечном направлениях.

Таким образом, применение конического эластичного тора в качестве силового органа в ряде случаев может существенно упростить конструкцию машины или механизма, исключив использование другого (например, электромеханического) вида привода, обеспечить герметизацию, исключить использование пар трения, повысить надежность работы машины, уменьшить её габариты. Такие механизмы при разумном использовании обладают высокой мобильностью, простотой эксплуатации, ремонта, монтажа и демонтажа, особенно в экстремальных условиях.

Библиографический список

1. Шихирин В.Н., Ионова В.Ф., Шальнев О.В., Котляренко В.И. Эластичные материалы и конструкции. Монография.- Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2006. – 286 с.
2. Торковые технологии: Материалы докл. 6-й Междунар. Науч.-практ. конф. (Иркутск, 28 октября 2009 г.). – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2009. – 165с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИБКОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРЕДЛОЖЕНИЯ

С. Ю. Шамаев - Аспирант, А. М. Черноусова - к.т.н., доцент

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Рассматривается решение задачи моделирования гибкой производственной системы на этапе формирования технического предложения при ее создании. При анализе и разработке математической модели использованы методы системного анализа и объектно-ориентированного моделирования. Разработан алгоритм моделирования работы производственной системы на уровне технологических переходов, осуществляемом в реальном времени с задаваемой дискретностью времени. Реализация описанного алгоритма осуществлена в системе программирования Delphi.

Ключевые слова: Техническое предложение, гибкая производственная система, моделирование, программное средство.

В современных условиях работы предприятий по единичным заказам, с формированием портфеля заказов через конкурсные торги конкурентоспособным является такое, которое следит за меняющейся конъюнктурой рынка. Повышению гибкости предприятия способствует внедрение IT-технологий, обеспечивающих безбумажную технологию передачи информации – от заявки на участие в тендере до формирования конструкторской и технологической документации на изделие и управления процессом его изготовления. Повышение эффективности производственной системы обеспечивается при использовании современных высокоавтоматизированных станков с ЧПУ, обрабатывающих центров (ОЦ), гибких производственных модулей и систем (ГПС).

При проектировании образцов новой техники обычно выделяются следующие этапы: техническое задание (ТЗ); техническое предложение (ТП); эскизное проектирование; техническое проектирование; рабочее проектирование; изготовление опытного образца или опытной серии; испытания и доводка; серийное производство. Особенность проектирования ГПС как сложной технической системы заключается в отсутствии последних трех этапов [1]. Поэтому возрастает ответственность проектировщиков за качество принимаемых решений, и особенно на ранних стадиях проектирования.

Наиболее наукоемким и ответственным этапом создания ГПС является разработка технического предложения, формирующего «облик» будущей системы. В соответствии с ГОСТ 2.118-73 «техническое предложение разрабатывается с целью выявления дополнительных или уточненных требований к изделию (технических характеристик, показателей качества и др.), которые не могли быть указаны в техническом задании, и это целесообразно сделать на основе предварительной конструкторской проработки и анализа различных вариантов изделия» [2]. При создании гибкой производственной системы данный этап связан с разработкой и использованием современных методов предпроектных расчетов, от качества которых напрямую зависит эффективность создаваемых производственных систем. В техническом предложении на создание ГПС должны быть отражены значения параметров системы основного технологического оборудования, автоматизированной транспортно-складской системы, автоматизированной системы инструментального обеспечения, автоматизированной системы управления, показателей эффективности работы.

Создание ГПС предполагает использование средств компьютерного моделирования для оценки эффективности многовариантных проектных решений. Моделирование позволяет исследовать свойства реальной системы путем её полной или частичной замены некоторой моделью, по своим свойствам воспроизводящей свойства реальной системы [3]. Результаты, получаемые с помощью моделей, являются важным, а

иногда и единственным источником информации, который исследователь использует при проектировании новой производственной системы; оценке качества и эффективности работы созданной производственной системы; разработке эффективных автоматических или автоматизированных систем управления и решении других задач.

Моделированию производственных систем посвящены работы Козырева Ю. Г., Лескина А. А., Назаретова В. М., Пономарева В. М., Сердюка А. И. и других. Как показал проведенный анализ, в них рассмотрены теоретические вопросы и приводятся сведения о разработанных специализированных программных средствах.

Применяемые для моделирования ГПС программные средства характеризуются либо универсальностью, что не позволяет учитывать специфику машиностроительного производственного процесса, либо узкой специализацией, что не позволяет рассматривать проектные решения, непредусмотренные разработчиками инструментов.

В данной работе предлагается при анализе и разработке математической модели гибкой производственной системы использовать методы системного анализа и объектно-ориентированного моделирования.

Гибкую производственную систему можно представить в виде совокупности технологического оборудования, включающей взаимосвязанные группы оборудования. Все оборудование разделим на несколько подсистем: систему основного технологического оборудования, включающего обрабатывающие центры; автоматизированную транспортно-складскую систему; автоматизированную систему инструментального обеспечения, вспомогательную систему. В пределах каждой подсистемы можно выделить функционально значащие объекты и для каждого объекта выделить функционально значащие свойства (параметры) и выполняемые им функции и действия, которые может совершать объект.

Класс в языке программирования является абстракцией предмета реального мира, обладающий следующими свойствами:

- предметы имеют одни и те же характеристики; в классе характеристики представлены в виде полей класса;
- все объекты подчинены и согласованы с одним и тем же набором правил и линий поведения; в классе набор правил представлен его методами [4].

Суть объектно-ориентированного моделирования состоит в том, что объекты (компоненты) системы представлены в виде классов с соответствующим представлением параметров компонента в виде полей класса; а действия и функции, которые может выполнять компонент системы, - в виде методов класса [5].

Разработанная схема взаимодействия объектов представлена на рисунке 1.

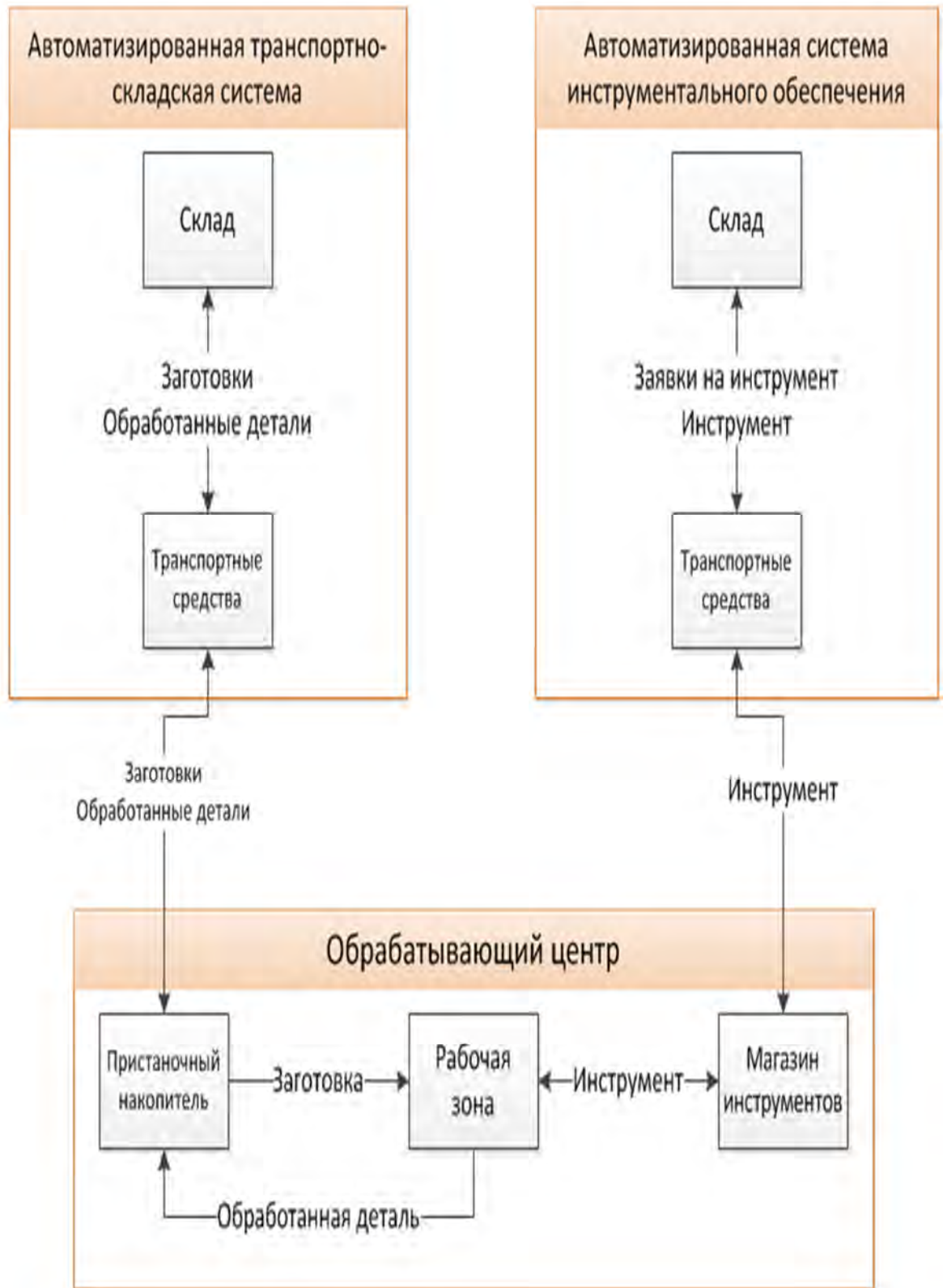


Рис. 1. Взаимодействие объектов ГПС

Объект системы обладает заданными значениями свойств, может выполнять какие-либо действия и переходить из одного состояния в другие в зависимости от различных условий.

Работу объекта можно описать в виде кортежа:

$$O = (R, t, C, S, F),$$

где R – правила перехода из состояния в состояние;

t – время нахождения объекта в каком-либо состоянии;

C – конечное множество состояний, в которых может находиться объект;

S – начальное состояние;

F – конечное множество конечных (последних) состояний.

Начальное состояние устанавливается при инициализации объекта, конечное – при завершении работы системы. Переходы и условия переходов объекта между состояниями можно отобразить на диаграмме состояний, пример которой представлен на рисунке 2.

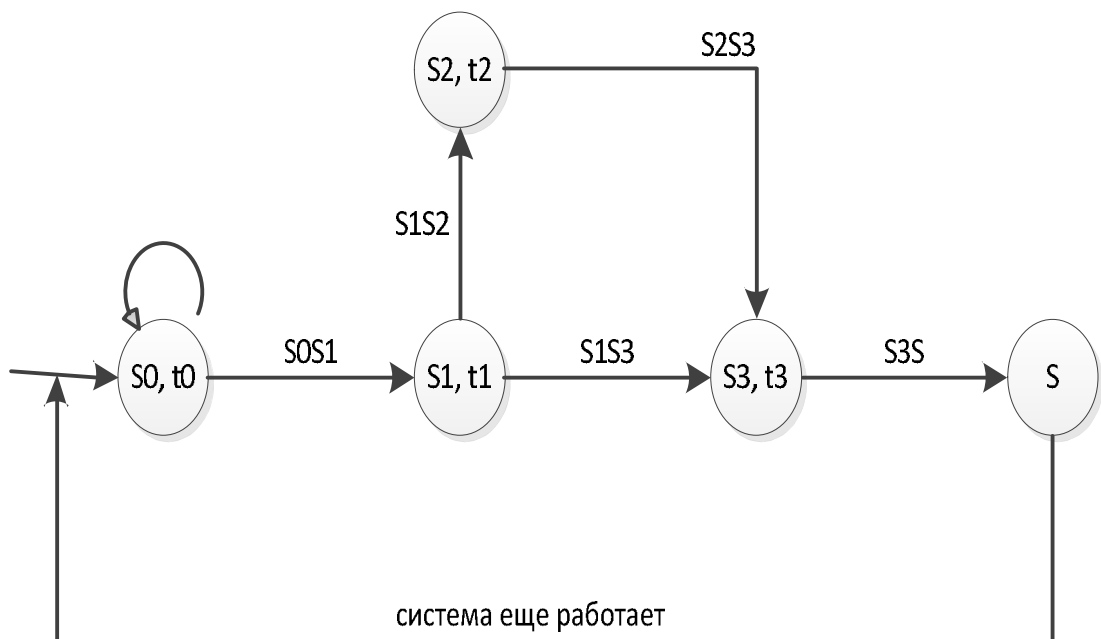


Рис. 2. Пример диаграммы состояний

В начальный момент времени объект находится в начальном состоянии S_0 в течение времени t_0 . По истечении времени t_1 или если произошло какое-либо событие, объект в соответствии с правилом S_0S_1 переходит из состояния S_0 в S_1 в течении времени t_1 , или остается в том же состоянии S_0 . После следующего события объект из состояния S_1 в соответствии с правилами переходит либо в состояние S_2 , либо в S_3 и так далее. Если объект перешел в конечное состояние, но система еще не завершила свою работу, то он вновь переходит в начальное.

При моделировании производственной системы учитывается следующее:

- при описании технологического процесса обработки детали указываются все переходы и время их выполнения, а также инструмент, которым выполняется переход;
- описание оборудования осуществляется в виде классов, взаимодействие между классами происходит путем информационных потоков;
- события, которые могут происходить с компонентами гибкой производственной системы, определяют точки соприкосновения между ними и их состояния (например, транспортное средство может двигаться, перегружать заготовку, станок простаивать или

выполнять переход, склад и транспортное средство, транспортное средство и станок взаимодействуют во время перегрузки заготовок); эти точки выделяют в классах в виде полей статусов;

- все процессы в гибкой производственной системе имеют начало и конец, а также определенные последовательности действий (например, после того, как транспортное средство загрузило заготовку со склада, оно направляется к станку, перегружает заготовку в пристаночный накопитель станка, начинает простаивать или выполнять следующую заявку).

Изложенные теоретические положения использовались в алгоритме моделирования работы производственной системы на уровне технологических переходов, осуществляемом в реальном времени с задаваемой дискретностью времени.

Исходными данными для моделирования являются: данные по оборудованию; данные по заготовкам; сменное задание. Целью моделирования является определение значений параметров подсистем ГПС, оценка показателей эффективности работы оборудования.

Алгоритм моделирования включает следующие этапы.

Этап 1. Инициализация объектов.

Выполняется инициализация складов, транспортных средств, обрабатывающего оборудования, формируется сменное задание. На этом этапе эффективность моделирования обеспечивается:

1) распределением заготовок по станкам с учетом равномерности времени обработки и работы оборудования;

2) размещением заготовок на складе ближе к тем станкам, на которых будет вестись обработка.

Этап 2. Инициализация модельного времени.

С определенной дискретностью происходит опрос объектов системы (проверка и смена текущих статусов). Время увеличивается после каждой итерации, по умолчанию принимается интервал, равный 1 сек.

Этап 3. Опрос объектов транспортно-складской системы.

Опрашиваются все транспортные средства (ТС). Если есть еще необработанные заготовки и простаивающее ТС, то соответствующее транспортное средство выделяется. Далее выполняется метод выбора обслуживаемого станка (ищется станок со свободными позициями в пристаночном накопителе) и, если он возвращает значение, не равное нулю, то на обслуживание выбирается станок с этим номером. Происходит смена статуса у транспортного средства, оно переходит в состояние движения на склад за заготовкой, рассчитывается время нахождения в данном состоянии, равное времени движения с текущего положения до соответствующей позиции заготовки на складе.

Если в данный момент времени происходит окончание какого-либо события, анализируется текущий статус, и по таблице смены статусов и событий выбирается новый статус, транспортное средство переходит в следующее состояние, рассчитывается время нахождения в этом состоянии.

Этап 4. Опрос обрабатывающего оборудования.

Опрашиваются все станки. Процесс опроса, смены статусов и времени нахождения в соответствующем состоянии выглядит аналогично опросу транспортных средств. После того, как закончится обработка заготовки на станке, значение необработанных заготовок уменьшается на единицу.

Этап 5. Проверка условия окончания моделирования работы гибкой производственной системы.

Моделирование прекращается, как только обработаны все заготовки и на склад поступит последняя обработанная деталь.

Этап 6. Анализ результатов моделирования работы.

Рассчитываются время работы оборудования, время простоев, собирается статистическая информация, строятся графики и диаграммы.

Реализация описанного алгоритма осуществлена в системе программирования Delphi [6]. Программное средство состоит из нескольких модулей: модуль расчета числа станков, емкости и типа склада, моделирования. Пример экранных форм при моделировании работы производственной системы приведены на рисунке 3.

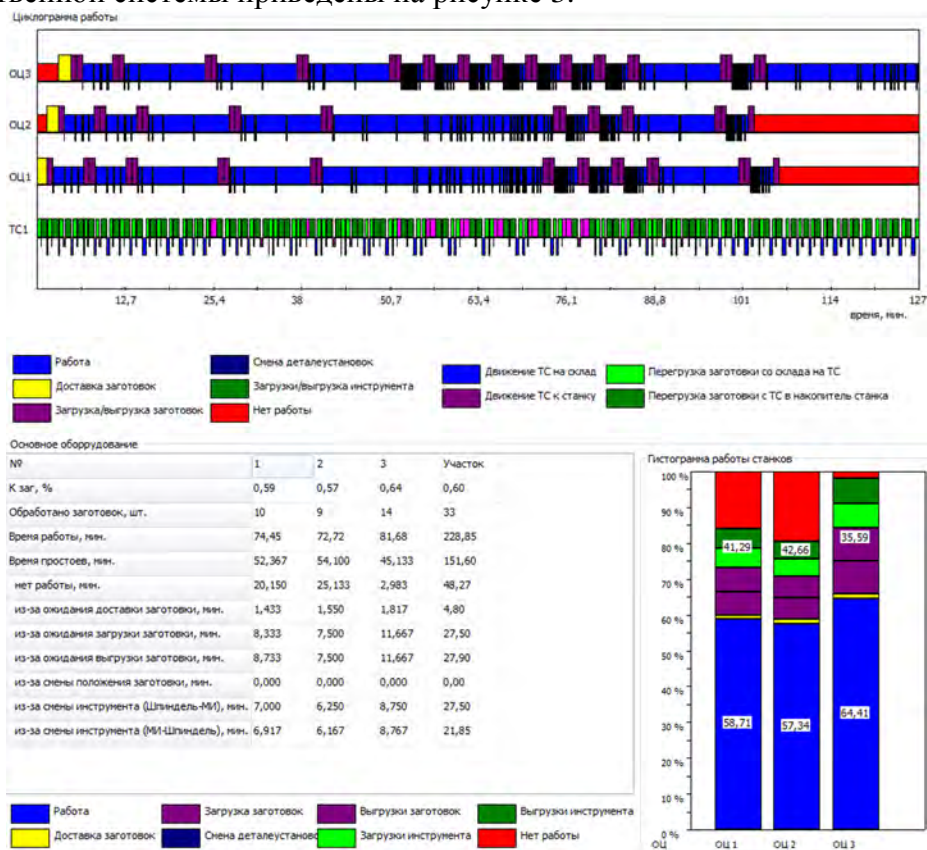


Рис. 3. Примеры экранных форм при моделировании работы производственной системы

Применение программного средства возможно в качестве инструмента инженерного анализа при проектировании ГПС за счет многократного прогона моделирования работы ГПС и изменения параметров объектов на итерациях при принятии решения об оптимальных значениях параметров ГПС.

Библиографический список

- 1 Практические расчеты гибких производственных ячеек. Модели, алгоритмы, приложения : монография / Р. Р. Рахматуллин, А. И. Сердюк, А. М. Черноусова, С. Ю. Шамаев. – Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2010. - 237 с. - ISBN 978-7410-1118-8.
- 2 ГОСТ 2.118-73. Единая система конструкторской документации. Техническое предложение. - Введ. 1974-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 1995. - 5 с.
- 3 Норенков, И. П. Основы автоматизированного проектирования / И. П. Норенков. – 2-е изд., перераб и доп. – М.: МГТУ им. Баумана, 2002. – 336 с.

4 Лафоре, Р. Объектно-ориентированное программирование в С++ = Object-Oriented Programming in C++ / Р. Лафоре. - 4-е изд. - СПб. : Питер, 2008. - 928 с. - ISBN 978-5-94723-302-5.

5 Труб, И. И. Объектно-ориентированное моделирование на С++: учебный курс / И. И. Труб. – СПб.: Питер, 2006. – 411 с.: ил. – ISBN 5-469-00893-2.

6. Свидетельство № 010610231 Российская Федерация. Программа формирования технического предложения на создание гибкой производственной системы «FMS-PC» : свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ / А. И. Сердюк, С. Ю. Шамаев ; заявитель и правообладатель Гос. образоват. учреждение Оренб. гос. ун-т. - № 2009616111 ; заявл. 03.11.2009 ; зарегистр. 11.01.2010. - 1 с.

УДК 621.924.9

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДРОБЕМЁТНЫХ АППАРАТОВ КОНТАКТНОГО ТИПА ДЛЯ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПАНЕЛЕЙ

В.В. Герасимов, А.А. Пашков, Г.Б. Максимов

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет

Приведены результаты анализа конструкции и экспериментального исследования устройства разгона дробы дробеметного аппарата 2Д400М, являющегося рабочим органом установки УДФ-3 для дробеударного формообразования длинномерных листовых деталей самолётов. Анализ конструкции выявил проблему с потерей дробы на начальном этапе разгона дробы. Исследование рабочей зоны и структуры факела показало, что использованное в дробеметном аппарате конструктивное решение системы подачи дробы в импеллер не обеспечивает возможность эффективного управления факелом дробы. Математическое моделирование процесса формирования факела дробы позволило установить основные размеры устройства разгона дробы, в частности импеллера. Увеличение диаметра позволяет уменьшить угол разброса факела, а также изменить конструкцию подачи дробы в устройство разгона, не потеряв при этом производительности транспортирующего шнека и значительно снизив потери дробы.

Ключевые слова: дробеметный аппарат, дробеметное формообразование, импеллер, устройство разгона дробы, формирование факела дробы.

Изготовление крупногабаритных листовых деталей-оболочек сложной формы является одним из ключевых технологических процессов в авиастроении. Наиболее сложной задачей представляется автоматизация процесса формообразования контура длинномерных панелей и обшивок. Перспективным направлением в развитии методов формообразования длинномерных панелей и обшивок является использование дробеударной обработки. Высокую производительность и относительную компактность сочетают дробеметные установки контактного типа[1]. Установка контактного типа включает устройство для фиксации детали в вертикальной плоскости и подвижный обрабатывающий агрегат с рабочим органом – дробеметным аппаратом, выходное отверстие которого находится в контакте с обрабатываемой поверхностью через эластичное уплотнение.

В связи с необходимостью создания установки, предназначенной для серийного производства деталей, необходимо решить ряд проблем связанных по повышению эффективностей использования дробеметных аппаратов контактного типа, таких как: получение при обработке максимальных значений внутренних сил, приводящих к деформации деталей и обеспечение равномерной структуры зоны обработки.

Существующее конструктивное решение устройства разгона дробы дробеметного аппарата 2Д400М ($D_{\text{е}}^{\text{ш}} = 400$ мм) показано на рисунке 1. В нем использован импеллер, применяемый в дробеметных аппаратах, выпускаемых заводом «Амурлитмаш». Подача дробы из бункера в импеллер осуществляется при помощи консольно закрепленного шнека.

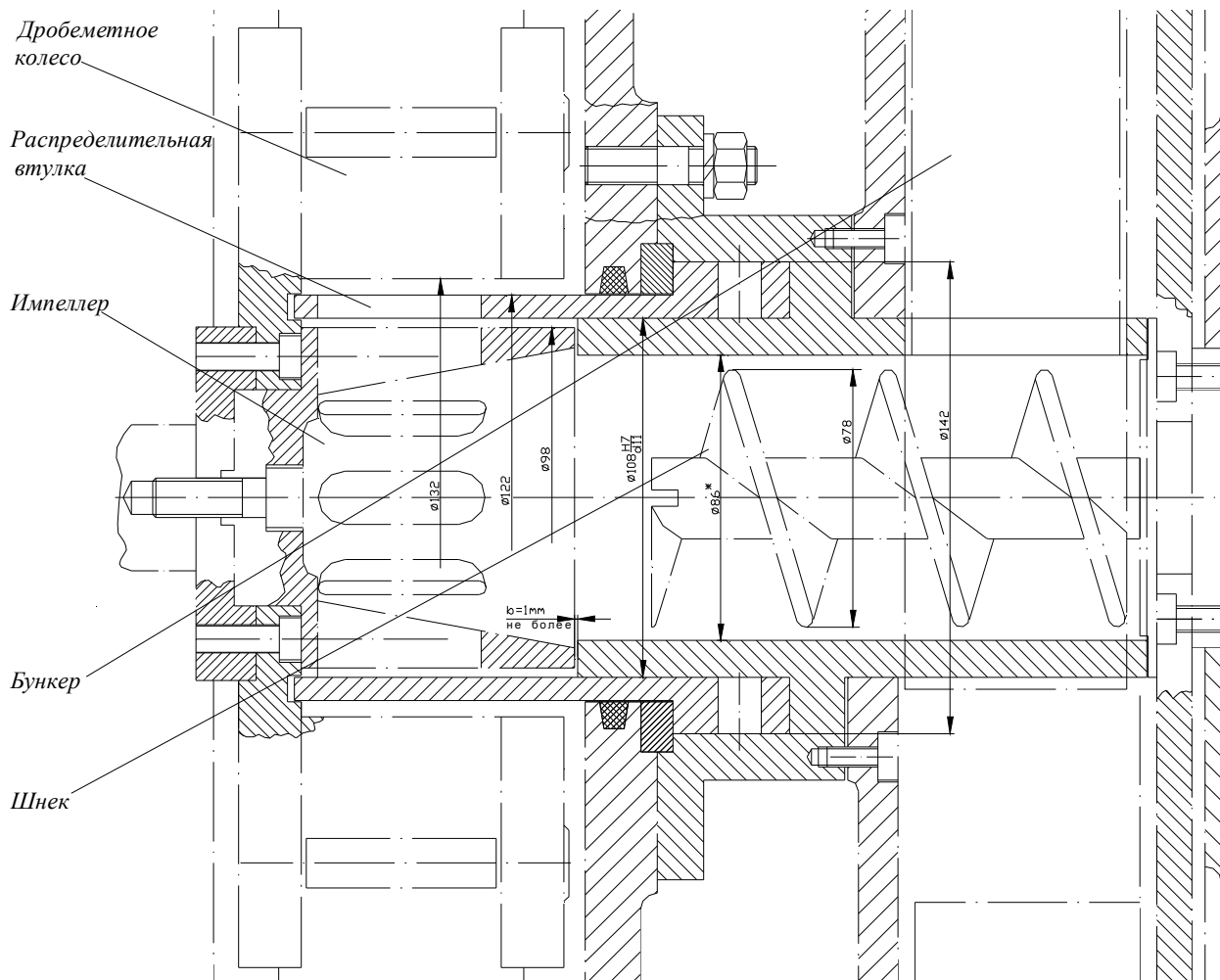


Рис. 1. Конструктивное решение устройства разгона дробы дробетного аппарата 2Д400М, разработанного в 2001 г.

Ниже приведены результаты экспериментальных исследований данной конструкции в виде распределений удельной (на единицу размера) внутренней силы P , возникающей при обработке дробью диаметром 3 мм, по высоте выходного окна дробетного аппарата в 12 положениях распределительной втулки (см. рисунок 2). Из анализа полученных распределений следует, что наибольшему значению внутренней силы отвечает положение втулки, при котором ось окна вброса дробы расположена вертикально и направлена в низ, а также что использованное в дробетном аппарате конструктивное решение системы вброса дробы, не обеспечивает возможность эффективного управления факелом дробы.

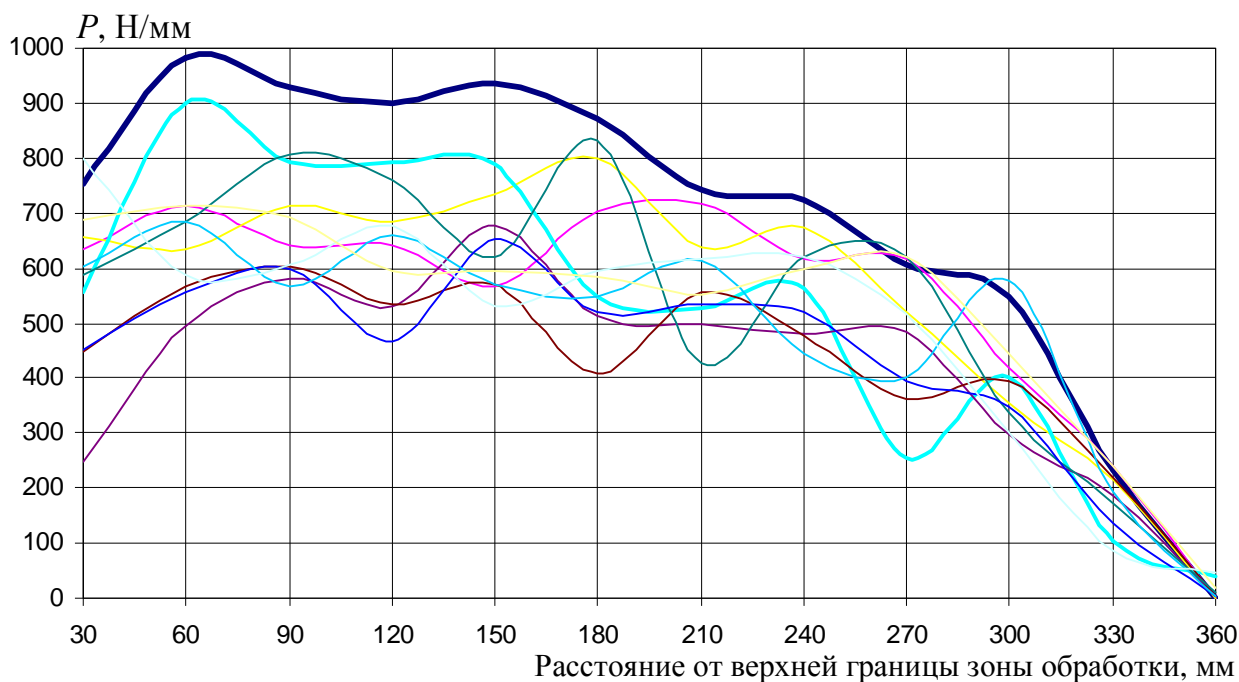


Рис. 2. Распределение удельной внутренней силы по высоте зоны обработки дробебетного аппарата 2Д400М

Наибольшая интенсивность воздействия потока в нижнем положении втулки, очевидно, связана с тем, что малая длина лопатки импеллера в сечении, ближайшем к шнеку, не позволяет захватить достаточное количество дробинки, в результате чего большинство из них проваливается через импеллер непосредственно в выходное окно. Это приводит к тому что большая часть отпечатков на детали являются результатом воздействия реактивного потока дробы, т.е. не напрямую направленного в окно [3]. Недостатком существующей конструкции также являются технические сложности, связанные с обеспечением оптимальной величины зазоров, необходимых для предотвращения попадания дробы между вращающимися деталями: торцами импеллера и корпуса шнека, а также распределительной втулки и левого диска дробебетного колеса. При малых зазорах происходит заклинивание устройства, а при их увеличении – потери дробы и снижение КПД.

Основными решениями, направленными на снижение потерь дробы и повышение равномерности зоны обработки дробебетного аппарата контактного типа, являются, во-первых, снижение потерь дробы при её первичном ускорении импеллером, во-вторых, точное направление факела в выходное окно корпуса, как показано на рисунке 1.

Математическое моделирование процесса формирования факела дробебетного аппарата [1] даёт возможность рассчитать угловые размеры факела в зависимости от геометрических параметров устройства разгона дробы (см. рисунки 3-6).

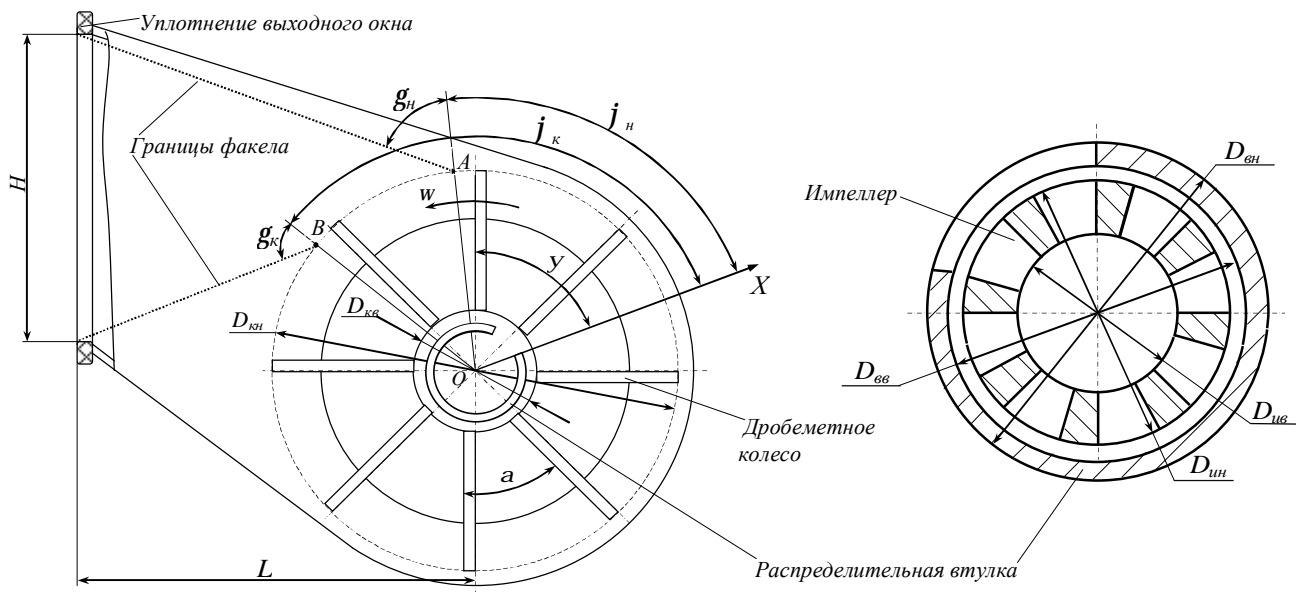


Рис. 3. Схема импеллерного дробетного аппарата контактного

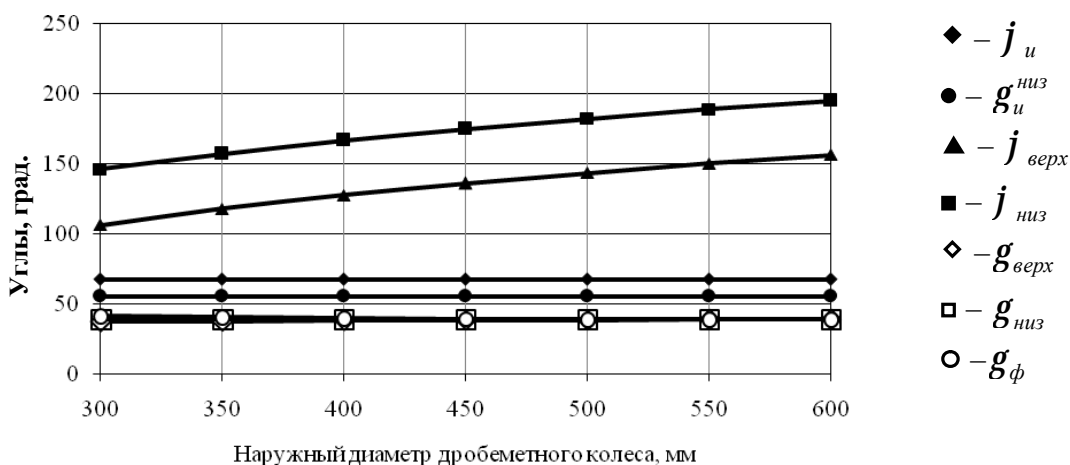


Рис. 4. Зависимость геометрических параметров факела от наружного диаметра дробетного колеса ($D_k^{вн} = 128$ мм; $D_u^{нар} = 98$ мм; $D_u^{вн} = 60$ мм)

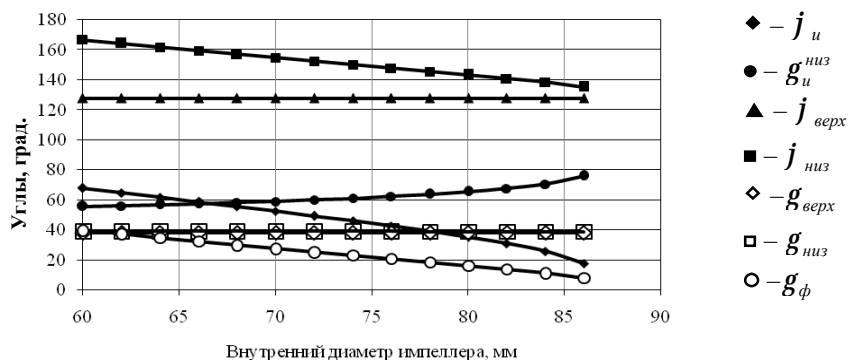


Рис. 5. Зависимость геометрических параметров факела от внутреннего диаметра импеллера ($D_k^{нар} = 400$ мм; $D_k^{вн} = 132$ мм; $D_u^{нар} = 98$ мм)

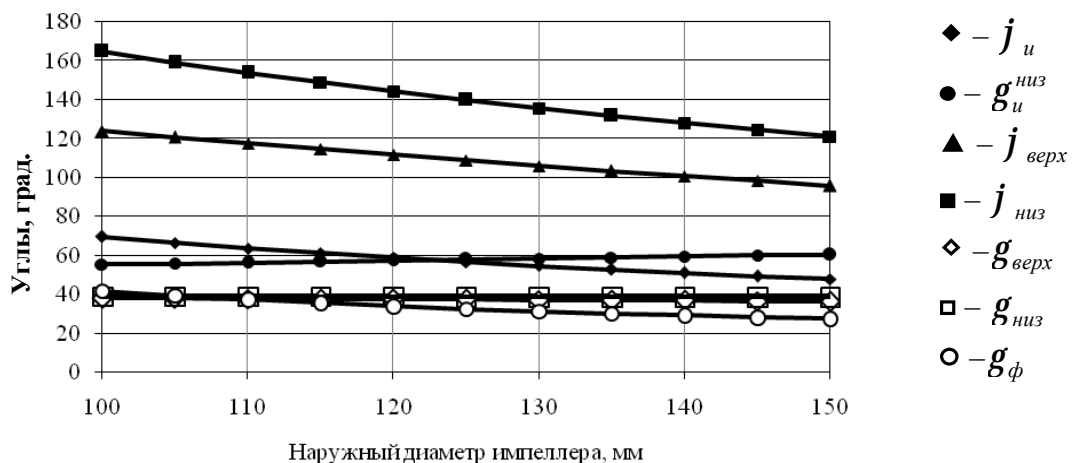


Рис. 6. Зависимость геометрических параметров факела от наружного диаметра импеллера

В то же время, не стоит упускать из внимания, что реальный факел может иметь значительно больший разброс. Экспериментальные исследования процесса формирования факела дроби на дробемёте установки УДП-2-2,5 приведены на рисунке 7.

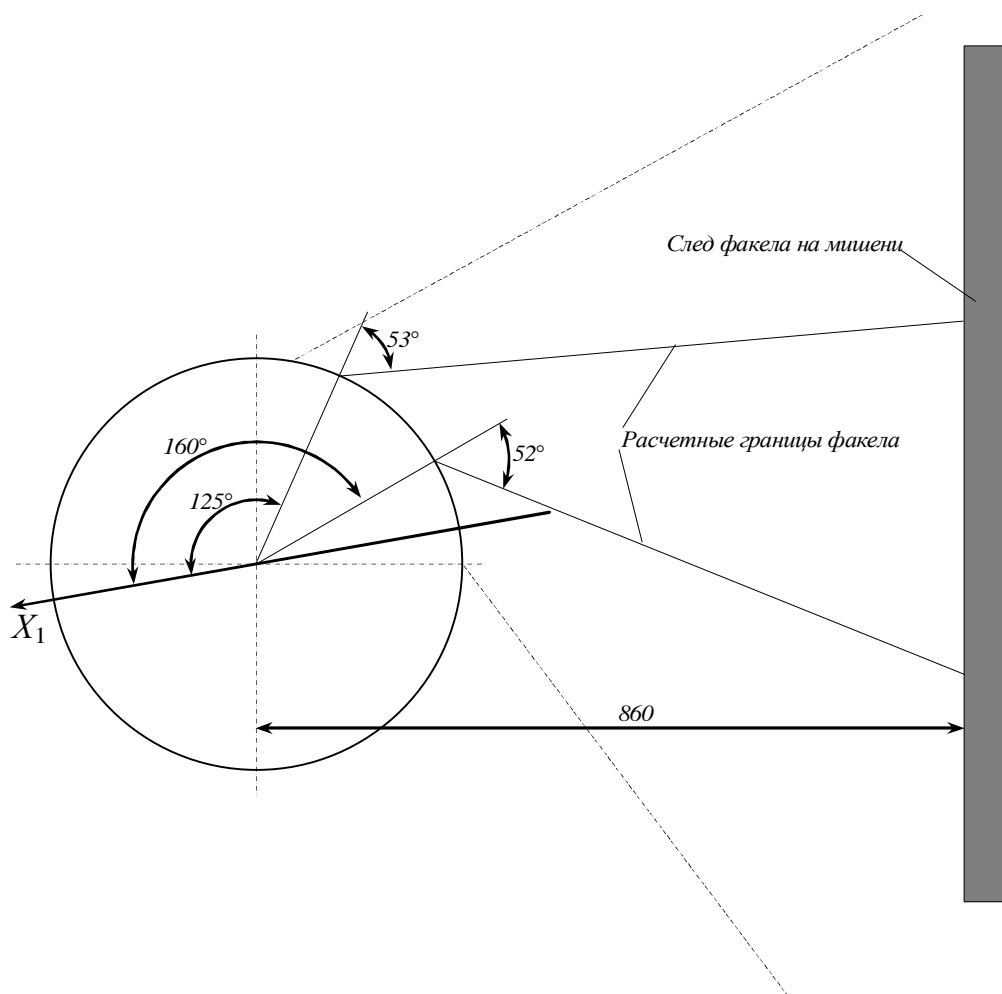


Рис. 7. Графическое представление результата расчета и эксперимента по определению геометрических параметров факела дробеметного аппарата установки УДП-2-2,5

Анализ зависимостей изображённых на рисунках 4-6 выявил необходимость увеличения диаметра импеллера с целью уменьшить угол разброса факела дробы. В свою очередь увеличенные размеры импеллера позволяют удлинить шнек и разместить его корпус в импеллере не теряя в производительности системы подачи дробы, что позволит значительно уменьшить потери дробы.

Расчетные размеры деталей устройства разгона дробы, приведены в таблице 1. Расчетные геометрические параметры факела дробы предлагаемого устройства показаны на рисунке 8.

Таблица 1

Размерные параметры предлагаемого устройства разгона дробы

Шнек	Наружный диаметр шнека	мм	78
	Внутренний диаметр шнека	мм	25
	Диаметр шейки	мм	20
	Шаг шнека	мм	48
	Внутренний диаметр корпуса шнека	мм	92
	Наружный диаметр корпуса шнека	мм	102
Импеллер	Диаметр наружной поверхности	мм	156
	Диаметр внутренней поверхности	мм	116
	Длина лопатки	мм	20
	Приращение зазора между импеллером и распределительной втулкой	град.	20
	Ширина паза на наружной поверхности	мм	7
	Угол наклона задней стенки		
Распр. втулка	Диаметр внутренней поверхности	мм	170
	Диаметр наружной поверхности	мм	186
	Толщина стенки	мм	8
	Приращение зазора между распредел. втулкой и дробеметным колесом	мм	1,0
	Диаметр $D_a^{i\dot{e}c}$ (см. рисунок 10)	мм	150
	Угол j_e (см. рисунок 10)	град.	46
	Угол $g_a^{i\dot{e}c}$ (см. рисунок 10)	град.	61
Дробеметное	Диаметр наружной поверхности	мм	400
	Диаметр внутренней поверхности	мм	200
	Длина лопатки	мм	100
	Количество лопаток		8
	Угол между лопатками	град.	45

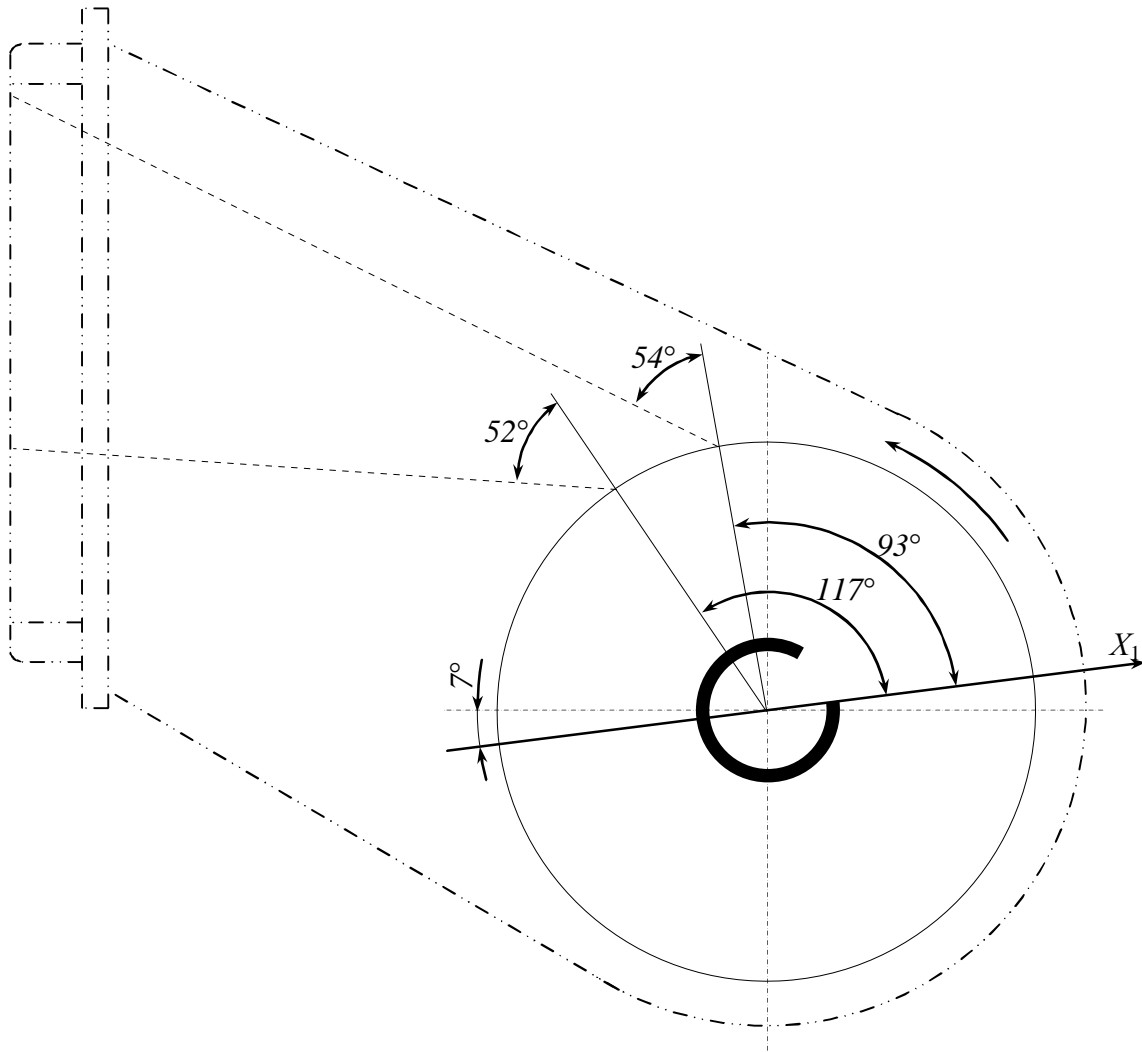


Рис. 8. Расчетная схема расположения границ факела предлагаемой конструкции устройства разгона дроби дробебетного аппарата

Библиографический список

1. Вепрев А.А., Пашков А.Е., Плихунов В.В., Румянцев Ю.С., Сергунов А.В. О создании отраслевой технологии дробеударного формообразования панелей // *Авиационная промышленность*. – 2009. – № 2. – С. 24-29.
2. Пашков А. Е. Математическое моделирование процесса формирования факела дроби в дробебетном аппарате контактного типа / А. Е. Пашков, В. В. Герасимов // *Вестник Иркутского Государственного Технического Университета*. - 2011. - № 12. - С. 48-52
3. Пашков А.Е. Технологические связи в процессе изготовления длинномерных листовых деталей. Под редакцией А.И. Промптова. – Иркутск: Издательство ИрГТУ, 2005. – 138 с.

УДК 735.29.(32)

РОЛИКО-ФРИКЦИОННЫЙ ПРИВОД КОЛЕС КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПРОХОДИМОСТИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

И.С. Жарков - магистрант СФУ, Р.Е. Вахмянин - студент СФУ, В.А. Зеер –
доцент, к.т.н.

Сибирский федеральный университет

Рассмотрены способы повышения проходимости транспортных средств (ТС), одним из которых является применение ролико-фрикционного привода ведущих колес. Этот привод позволяет повысить проходимость ТС за счет одновременного уменьшения удельного давления на грунт и увеличения дорожного просвета без усложнения трансмиссии. Предложена конструкция ролико-фрикционного привода ведущих колес ТС улучшающая его эксплуатационные свойства. Для такого привода проектируется стенд, предложена программа испытаний.

Ключевые слова: Ролико-фрикционный привод, проходимость, испытательный стенд.

Несмотря на развитие дорожной сети в мире всегда будет оставаться проблема преодоления бездорожья на неосвоенных территориях, для геологов, в лесном и сельском хозяйстве, при строительстве в зимнее время, и на территориях крайнего севера.

В условиях бездорожья все препятствия можно разделить на две группы: препятствия, обусловленные профилем дороги или местности; препятствия, обусловленные слабой несущей способностью опорной поверхности.

Проблему передвижения по слабонесущим грунтам решают с помощью уменьшения удельного давления на грунт [3], путем применения многоосной конструкции транспортного средства (ТС), использованием гусеничного движителя [4] или колес с шинами низкого давления (рис. 1). Гусеничный движитель обладает преимуществами перед колесным при движении по мягким и топким грунтам: меньше осадка (так как меньше удельные давления на грунт), вследствие этого меньше сопротивление движению, лучше сцепные качества (из-за более развитой опорной поверхности), меньше буксование.



Рис. 1. Конструктивные решения, обеспечивающие движение по слабонесущим грунтам

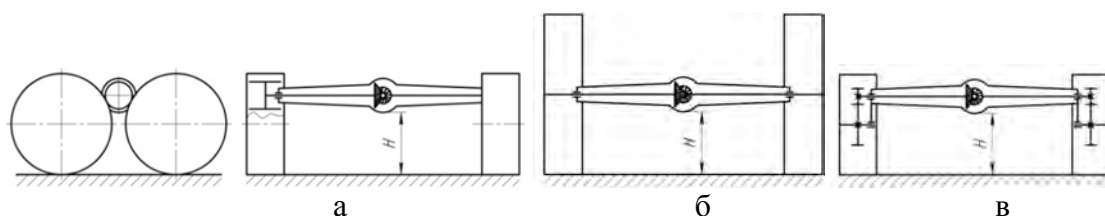
Специальные колесные машины высокой проходимости, получившие развитие в последние годы (с колесами большого диаметра, с шинами низкого давления, с пневмокатками и т. д.) дают уменьшение осадки и сопротивления движению, но буксование их все равно значительно выше, чем у гусеничных машин.

Многоосные многоприводные колесные машины в этом отношении также уступают гусеничным. Кроме того, следует учитывать, что привод колес этих машин значительно сложнее. Только количество межколесных и межосевых дифференциалов у них достигает шести-семи.

Для машин среднего и тяжелого классов из-за ограничения нагрузки на ось колес с пневмошинами приходится применять колеса большого диаметра (до 3 м) и ширины (до 2 м), что резко увеличивает габариты и вес движителя и машины в целом. Габариты движителя пятидесятитонной гусеничной машины и пятитонной колесной примерно одинаковы.

Существенными недостатками гусеничного движителя относительно колесного являются сравнительно низкий к.п.д. и значительно меньшая долговечность. При движении по хорошим дорогам и твердым грунтам колесный движитель имеет преимущество — меньшее сопротивление движению.

Одним из основных показателей профильной проходимости, обеспечивающий преодоление препятствий ТС, является дорожный просвет [3]. Для увеличения дорожного просвета используют различные решения (рис. 2): увеличение диаметра колес, что приводит к увеличению их массогабаритных размеров; применяют колесные редукторы, что приводит к усложнению трансмиссии и увеличению ее массы.



а – роликовый привод колес, б – увеличение диаметра колес, в – применение бортовых редукторов

Рис. 2. Конструктивные решения, позволяющие увеличить дорожный просвет ТС

Одним из способов совместного уменьшения удельного давления колес ТС на опорную поверхность и увеличения дорожного просвета без усложнения трансмиссии является роликовый привод последовательно расположенных колес (рис. 2а). Такой привод успешно используется на различных видах техники (рис. 3). Однако он малоизучен и имеет некоторые недостатки.



а – вездеход «Странник», б - мини-форвардер “AGT Rulle”

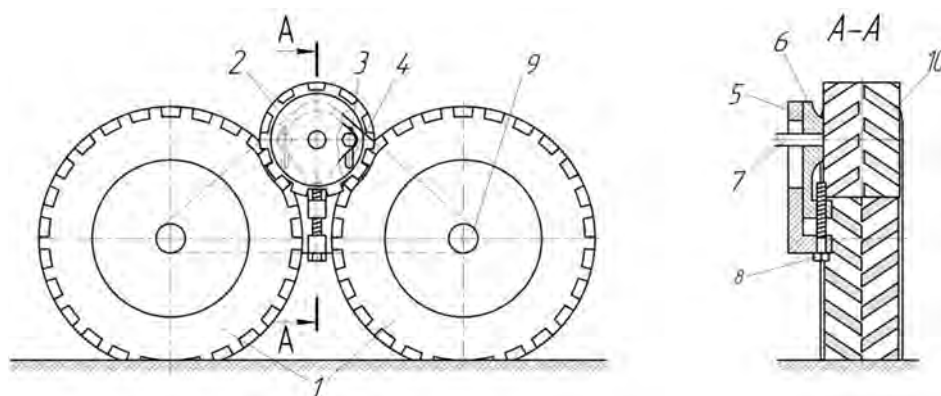
Рис. 3. ТС в конструкции которых используется роликовый привод колес

Основным недостатком известных конструкций роликового привода является то, что сила прижатия приводного ролика к колесам ТС не регулируется, что снижает

эксплуатационные свойства устройства при эксплуатации его в различных дорожных условиях.

Нами предлагается система привода транспортного средства (рис. 4), содержащая пару последовательно расположенных ведущих колес транспортных средств, закрепленных на балансире и приводной ролик, установленный между ведущими колесами на опорном кронштейне, в котором выполнены вертикально ориентированные направляющие пазы, для его вертикального перемещения посредством винтовой передачи. Для увеличения передаваемого и крутящего момента. На рабочей поверхности приводного ролика выполняются выступы, имеющие форму, обратную протектору пневматических шин ведущих колес.

Предлагаемый роликовый привод колес с возможностью регулирования силы прижатия позволяет расширить его область применения, улучшив показатели проходимости ТС.



1 – колеса, 2 – приводной ролик, 3 – болт, 4 – паз, 5 – балансир, 6 – кронштейн, 7 – приводной вал

Рис. 4. Предлагаемая конструкция роликового привода ведущих колес ТС

Для оценки эффективности роликового привода колес необходимо знать его физические свойства и установить основные зависимости между параметрами колеса, ролика при различных условиях эксплуатации.

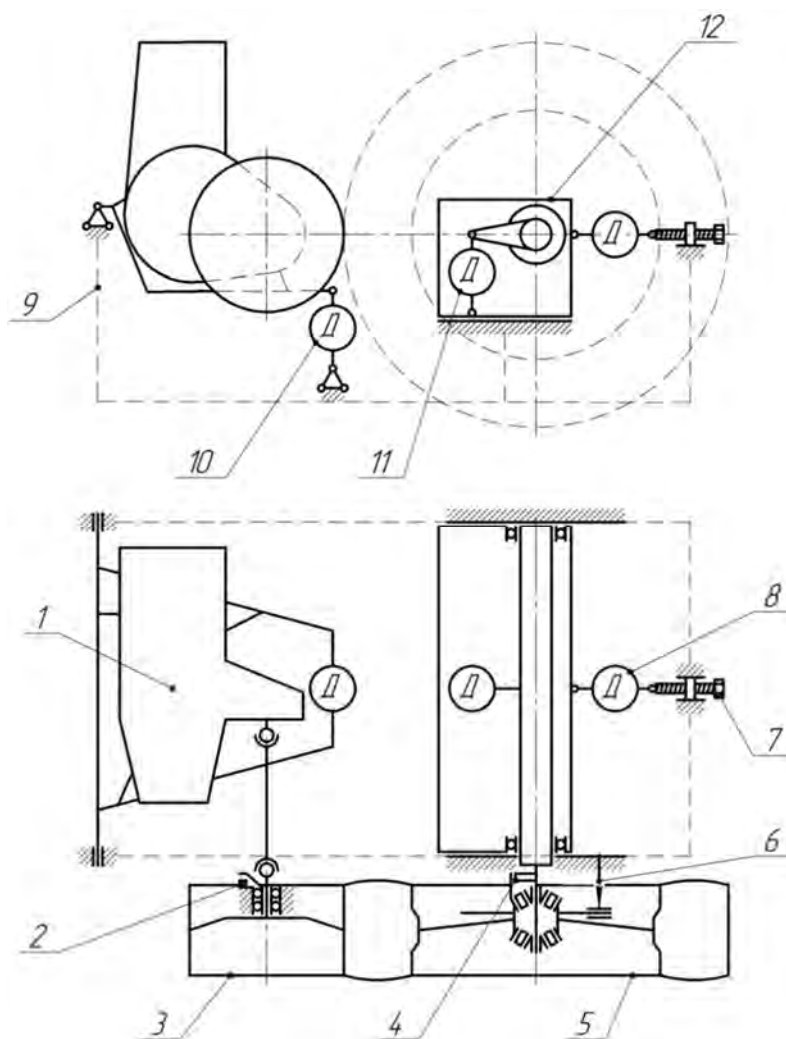
Режимы работы автомобильного колеса и приводного ролика в общем случае характеризуются множеством параметров: угловой скоростью вращения колеса и ролика, силами и крутящими моментами, действующими на колесо и ролик со стороны различных механизмов автомобиля и опорной поверхности дороги. Соотношения между этими параметрами в значительной мере зависят от физических свойств и геометрических параметров приводного ролика и шин ведущих колес.

Для исследования роликового привода на кафедре Транспортные и транспортно-технологические машины Сибирского федерального университета создается испытательный стенд, который позволит выявить следующие характеристики: сопротивление качению ролика по колесу, коэффициент сцепления, баланс мощности и КПД передачи при различных условиях. При определении указанных характеристик ролико-фрикционного привода необходимо измерять следующие параметры: скорости вращения колеса и ролика, моменты на колесе и ролике, усилие прижатия ролика к колесу.

Схема предлагаемой конструкции стенда представлена на рисунке 5.

Стенд состоит из следующих основных элементов: рама стенда, силовой агрегат ВАЗ 1111, датчики частоты вращения ролика и колеса, приводной ролик, колесо, дисковый тормоз, динамометры.

Стенд работает следующим образом: силовой агрегат ВАЗ 1111 через карданную передачу передает крутящий момент на ролик, который прижимается к колесу и вращает его. Прижимное усилие ролика к колесу измеряется динамометром и может изменяться винтовой передачей. Необходимый диапазон крутящего момента и частоты вращения выбирается коробкой передач силового агрегата и позволяет получить на ролике крутящий момент до 770 Н·м и частоту вращения до 1500 об/мин. Реализуемый силовым агрегатом крутящий момент определяется пересчетом измеренной силы по динамометру согласно расчетной схеме. Частоты вращения ролика и колеса измеряются с помощью датчиков установленных непосредственно на ступице ролика и колеса. Для создания тормозного момента (нагрузки) на колесе используется дисковый тормоз с гидравлическим приводом. Крутящий момент, возникающий на колесе, определяется произведением силы, измеренной динамометром, на длину рычага тормоза.



1 – силовой агрегат; 2 – датчик частоты вращения ролика; 3 – ролик; 4 – датчик частоты вращения колеса; 5 – колесо; 6 – тормоз; 7 – винт изменения силы прижатия колеса; 8 – динамометр для измерения силы прижатия; 9 – рама стенда; 10 – динамометр для определения крутящего момента двигателя; 11 – динамометр для определения крутящего момента на колесе; 12 – подвижная рама установки колеса

Рис. 5. Схема стенда для испытания ролик-фрикционного привода колес

Программа испытания ролико-фрикционного привода с применением стенда позволит количественно оценить характеристики привода в зависимости от: соотношения диаметров колеса и ролика; силы прижатия ролика к колесу; типа шины, давления воздуха в ней и рисунка протектора; конструкции и материалов изготовления ролика; внешних условий (влаги и различные виды грунтов).

Ролико-фрикционный привод ведущих колес ТС позволяет повысить их проходимость без усложнения трансмиссии, при этом он может быть использован на транспортных и транспортно-технологических машинах различных классов.

Запатентованная конструкция ролико-фрикционного привода улучшает его эксплуатационные свойства.

Проведение исследований ролико-фрикционного привода с применением проектируемого стенда позволит определить его потенциальные возможности и оптимальные конструктивные параметры для различных транспортных классов транспортных средств.

Библиографический список

1. Транспортное средство особо малого класса повышенной проходимости / В. А. Зеер, И. С. Жарков, А. А. Сорокин // Вестник КрасГАУ. – 2011. - № 3. - С. 146-151
2. Агейкин А.С. «Вездеходные колесные и комбинированные движители». М., «Машиностроение», 1972, 184 стр.
3. Тарасик В. Н. Теория движения автомобиля: Учебник для вузов. – СПб. БХВ-Петербург, 2006. – 478 с.
4. Расчет и конструирование гусеничных машин. Носов. Н. А., Гальшев В. Д., Волков Ю. П., Харченко А. П. Л., «Машиностроение», 1972 г.
5. Н. Джонсон, Ф. Лион Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных. Т. 1 Под ред. канд. техн. наук Э. К. Лецкого. Изд. «Мир» 1980 г.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ POWERPOINT ДЛЯ СОЗДАНИЯ АНИМИРОВАННЫХ ПРИМЕРОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

В.С. Овчинников - студент гр. ТБ-11-2, М.А. Тимофеев - студент гр. ТБ-11-2, М.А. Иванова - к.т.н., доцент, к.т.н., С.Б. Клименкова - доцент

По причине того, что интернациональный язык графики является одним из выражений технической культуры и расширяет сферу коммуникативных возможностей специалиста, черчение, как неотъемлемая часть воспитания инженера, давно входит в содержание профессионального образования. Начертательная геометрия, наука, дающая инженеру способность к развитию пространственного воображения, является теоретическим фундаментом практического выполнения технических чертежей, обеспечивая их выразительность и точность.

Сложность изучения данной дисциплины связана с тем, что начертательная геометрия вначале рассматривает не определенные предметы, а абстрактные точки, прямые и плоскости. Небольшой срок, отпущенный для изучения дисциплины, требующей большого внимания и сосредоточенности является еще одним фактором, затрудняющим её восприятие. Особую трудность для большинства студентов, изучающих курс начертательной геометрии, представляет мысленное оперирование пространственными фигурами. Это связано с тем, что только 30% населения земного шара наделено от рождения пространственным представлением, а 70% вынуждено его развивать [1].

В связи с этим, развитие методик изучения данной дисциплины является одной из наиболее важных задач. В настоящее время в традиционный процесс преподавания начертательной геометрии активно включаются современные компьютерные комплексы, содержащие электронные учебники по дисциплине, методические составляющие и системы контроля знаний. При этом важной особенностью является то, что современный электронный учебник не просто текст с чертежами и формулами, это интерактивный комплекс данных, обеспечивающий активное понимание и запоминание, вовлекающий в процесс обучения иные, нежели обычный учебник возможности человеческого мозга, в частности слуховую и эмоциональную память.

Одной из наиболее привлекательных особенностей электронного обучающего комплекса является возможность создания динамических включений по курсу начертательной геометрии, позволяющих пошагово отследить процесс решения той или иной задачи.

Анализ информационных источников, рассматривающих создание динамических моделей, показал возможность использования большого количества разнообразных программных продуктов [2, 3, 4, 5]. Основным недостатком использования программного обеспечения, например графического редактора AutoCad, состоит в достаточно высокой стоимости его лицензии и достаточно высоких системных требованиях, необходимых для работы. Данных недостатков лишена возможность использования прикладной программы PowerPoint входящей в пакет программ Microsoft Office.

PowerPoint - программа для создания и проведения презентаций, дающая возможность создания слайда и его правки, позволяющая работать с графиками, чертежами, звуками и гиперссылками. В связи с тем, что информация о решении задач начертательной геометрии в учебнике выглядит как готовый чертеж уже решенной задачи в сопровождении текстового описания хода решения, студенту не всегда дается понимание процесса решения. По этой причине в традиционной технологии обучения дисциплине было необходимо решение задачи преподавателем на доске, с параллельным объяснением решения. По нашему мнению, одной из наиболее привлекательных возможностей программы PowerPoint является

возможность анимирования представляемой информации, благодаря которой преподавателю ненужно отвлекаться от аудитории для решения задач, иллюстрирующих перемещение, вращение, построение линий пересечения, нахождение натуральной величины и т.д.

Анимация, это динамическое изменение формы и структуры графического объекта, его положения на экране, цветового и звукового оформления. Процесс «оживления» хода решения задач начертательной геометрии состоит в последовательной смене статических элементов (кадров), каждый из которых может содержать не только графическую, но и текстовую информацию о ходе решения (рис.1).

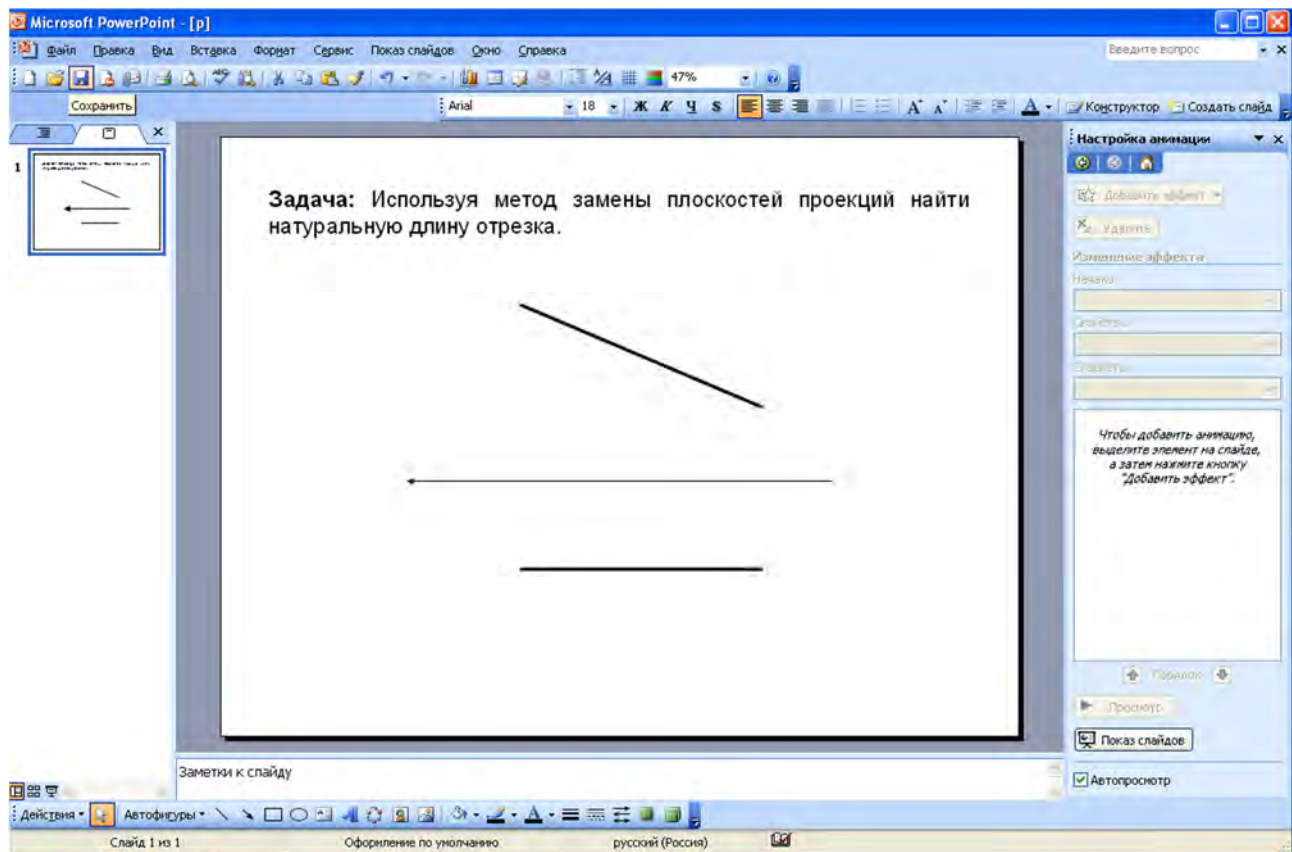


Рис. 1. Презентационный слайд с задачей

Процесс создания кадра, предназначенного для демонстрации, возможно, выполнять с использованием наиболее подходящего для этой задачи программного обеспечения, например, графического редактора AutoCad при создании чертежей, текстового редактора Word для написания текста, и табличного редактора Excel для создания графиков и таблиц.

Для анимирования задачи необходимо поместить на слайд её графическое решение таким образом, чтобы каждый добавляемый элемент не был связан в группу с предыдущими (рис.1).

Анимирование решения начинается с выбора вкладки «настройка анимации» в меню «показ слайдов» (рис.2).

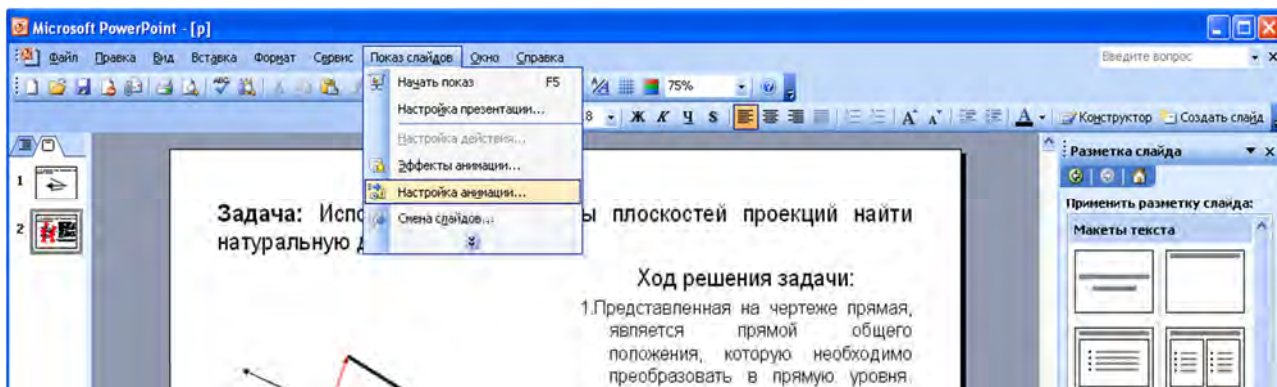


Рис. 2. Выбор меню настройки анимации

В рабочем окне программы появится меню настройки анимации, где возможно выбрать порядок появления элементов слайда (его предварительным выделением), эффект появления и удаления, скорость и порядок появления (рис.3).

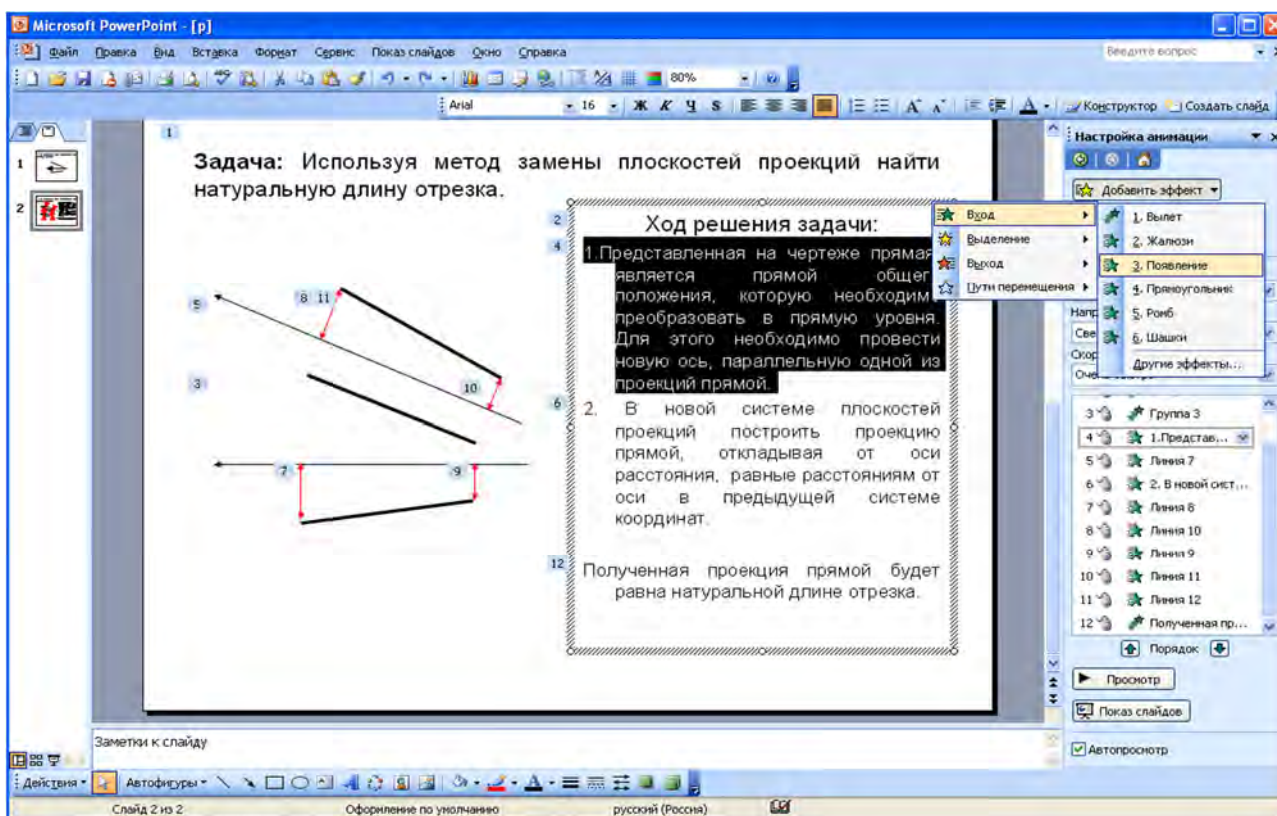


Рис. 3. Работа с меню настройки анимации

Вкладка «Начало» дает пользователю возможность выбора появления элемента слайда в кадре, предоставляя варианты» по щелчку мыши, появление после предыдущего элемента или одновременное появление в кадре нескольких элементов. Расположенное ниже меню «Скорость» задает время появления элемента в кадре.

Нажатие на кнопку «Просмотр» дает возможность предварительного просмотра и в случае необходимости дальнейшего редактирования слайда.



Рис. 4. Настройка скорости и порядка появления элементов слайда

Сохраненный слайд запускается по желанию докладчика при помощи щелчка мыши и позволяет поэтапно рассмотреть ход решения задачи.

Применение динамических моделей для решения задач по дисциплине «Начертательная геометрия» повышает качество усвоения материала, вызывает несомненный интерес студентов к занятиям.

Библиографический список

1. Кайгородцева Н.В. Интенсификация процесса обучения начертательной геометрии студентов технических вузов посредством автоматизированной обучающей системы: Дисс. на звание к.п.н. : Омск. 2003. - 144с.

2. Карабчевский В.В., Мультимедийный учебник по начертательной геометрии /Сборник научных трудов 6-й Международной конференции «Образование и виртуальность – 2002». Харьков-Ялта: УДАО, 2002. - С. 198-203.

3. Федянова Н.А. Компьютерное моделирование геометрических образов при решении инженерных задач: Учебное пособие. Волгоград: Политехник, 2000. - 50 с.

4. Кострюков Андрей Всеволодович. Теоретические основы и практика формирования графической культуры у студентов технических вузов в условиях модернизации высшего профессионального образования (На примере начертательной геометрии и инженерной графики): Дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.08: Оренбург, 2004. - 328 с.

5. Электронный учебник: Мультимедиа технологии (Электронный ресурс) / Лаборатория компьютерных технологий и дистанционного обучения, Самарский государственный технический университет, Режим доступа: <http://home.samgtu.ru/~aos/lesson1.htm>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ POWERPOINT ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРЕЗЕНТАЦИИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.

**Окулов М.Д. – студент, Харитонов А.В. – студент, М.А. Иванова - к.т.н.,
доцент, к.т.н., С.Б. Клименкова – доцент**

*Ключевые слова: инженерная графика, защита курсовой работы,
деталирование, чертежи деталей.*

В связи с высокой трудоемкостью и дефицитом времени, отпущенным на изучение данного цикла дисциплин, особое значение приобретает автоматизация процесса обучения. В настоящее время существуют электронные учебники и методические пособия по дисциплине, электронный сборник задач, в электронной среде проводится промежуточный и итоговый контроль по дисциплине.

Процесс изучения дисциплины состоит не только в прослушивании курса лекций и выполнении графических работ, но и самостоятельной подготовке к занятиям, включающей в себя повторение изученного материала, выполнения домашних графических работ, изучение дополнительной литературы, написание рефератов и выполнение курсовой работы.

Курсовая работа по инженерной графике для студентов института «Авиамашиностроения и транспорта» заключается в деталировании сборочного чертежа. Для работы студенту выдается индивидуальный вариант задания, содержащий сборочный чертеж, таблицу спецификации, описание сборочной единицы и задание для выполнения графической части работы.

Процесс выполнения курсовой работы состоит из нескольких этапов:

1. Написание пояснительной записки, включающей в себя теоретические знания о деталировании, нормах и правилах оформления чертежа согласно ГОСТ ЕСКД, а также сведения о сборочной единице. На этом этапе проводится работа с литературными источниками, и подытоживаются теоретические данные, проводится анализ индивидуального варианта задания для его последующего вычерчивания.

2. Вычерчивание рабочих чертежей деталей и их аксонометрии в ручной или компьютерной графике с применением графического редактора AutoCAD.

3. Защита курсовой работы, предусматривающая небольшой доклад о проведенной работе.

Применение инновационных технологий в процессе обучения дисциплине «Инженерная графика» позволяет добиваться высокого уровня наглядности материала. В связи с этим, создание презентации курсовой работы, помимо выявления уровня ориентации студента в вопросе деталирования, дает возможность проявления творческой составляющей.

Приложение PowerPoint, входящее в комплект Microsoft Office, позволяет быстро создать презентацию защиты курсовой работы, включающей в себя набор слайдов.

Основой для создания презентации служит файл с информацией для пояснительной записки к курсовой работе и чертежи деталей.

Как и у всех программных оболочек входящих в пакет Microsoft Office, интерфейс ориентирован на пользователя и интуитивно понятен (рис.1).

Слайд - это основной элемент презентации, единица информации, позволяющая наглядно и быстро донести суть речи, произносимой докладчиком. С помощью редактора PowerPoint можно создавать слайды, включающие в себя текст, графики, диаграммы, таблицы, чертежи и т.д. Сопровождать информацию анимированными действиями и звуками.

Рассматриваемое приложение позволяет пользователю создавать слайды самостоятельно, с «чистого листа» или воспользоваться одним из шаблонов, предоставленных разработчиками.

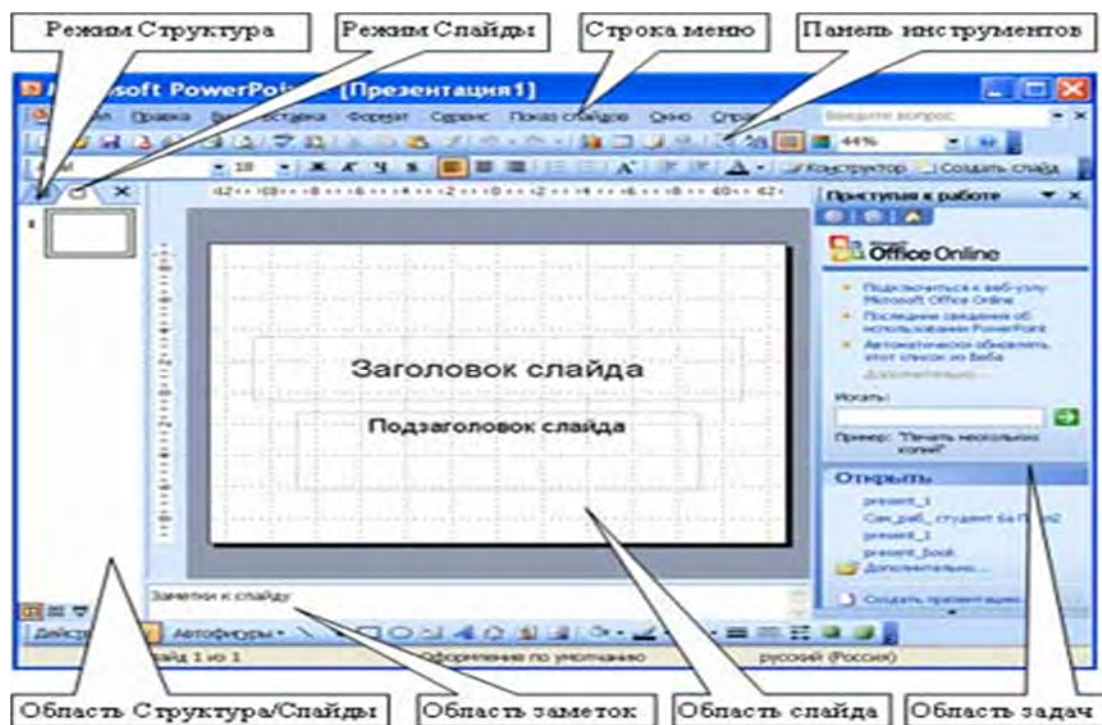


Рис. 1. Рабочее окно программы PowerPoint

Первым слайдом обычно является титульный лист, включающий в себя текстовую информацию о теме курсовой работы и исполнителе. Последующие за ним слайды содержат как текстовое, так и графическое наполнение, кратко, но емко демонстрируя самые важные данные о задании или полученные в ходе выполнения работы (рис.2).

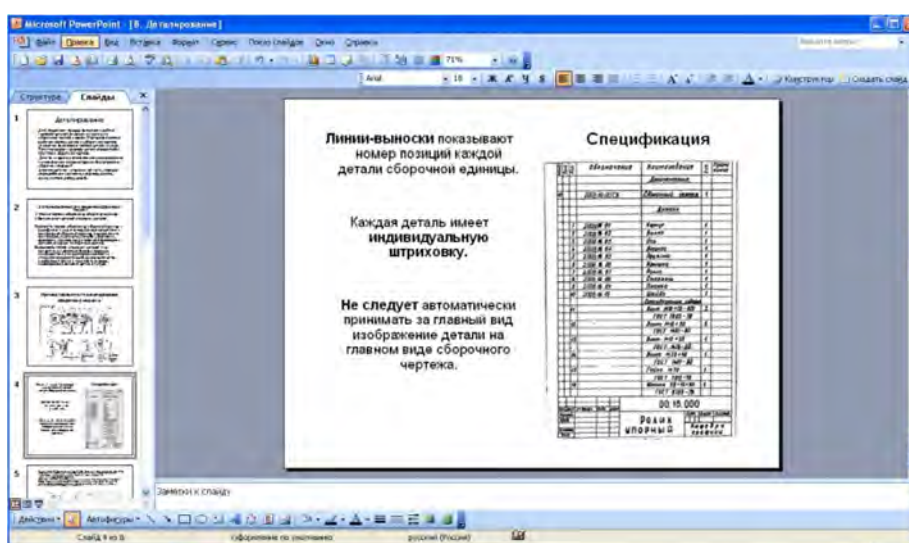


Рис. 2. Пример слайда презентации курсовой работы

Использование каждого слайда презентации должно быть оправдано, более того, его можно рассматривать как отдельную презентацию, позволяющую докладчику опираться на содержащуюся в них информацию в процессе презентации.

Создание слайда - процесс творческий, но с учетом того, что презентация разрабатывается для защиты работы по инженерной графике, стиль оформления должен быть строгим и официальным. Текстовая и графическая информация должна располагаться на белом фоне, возможно обрамление слайда рамкой, текстовая составляющая должна быть небольшой и нести максимум смысловой нагрузки. При выборе шрифта необходимо ориентироваться на легкое и быстрое его восприятие. Ключевые слова возможно выделять жирным шрифтом или подчеркиванием (рис.3).

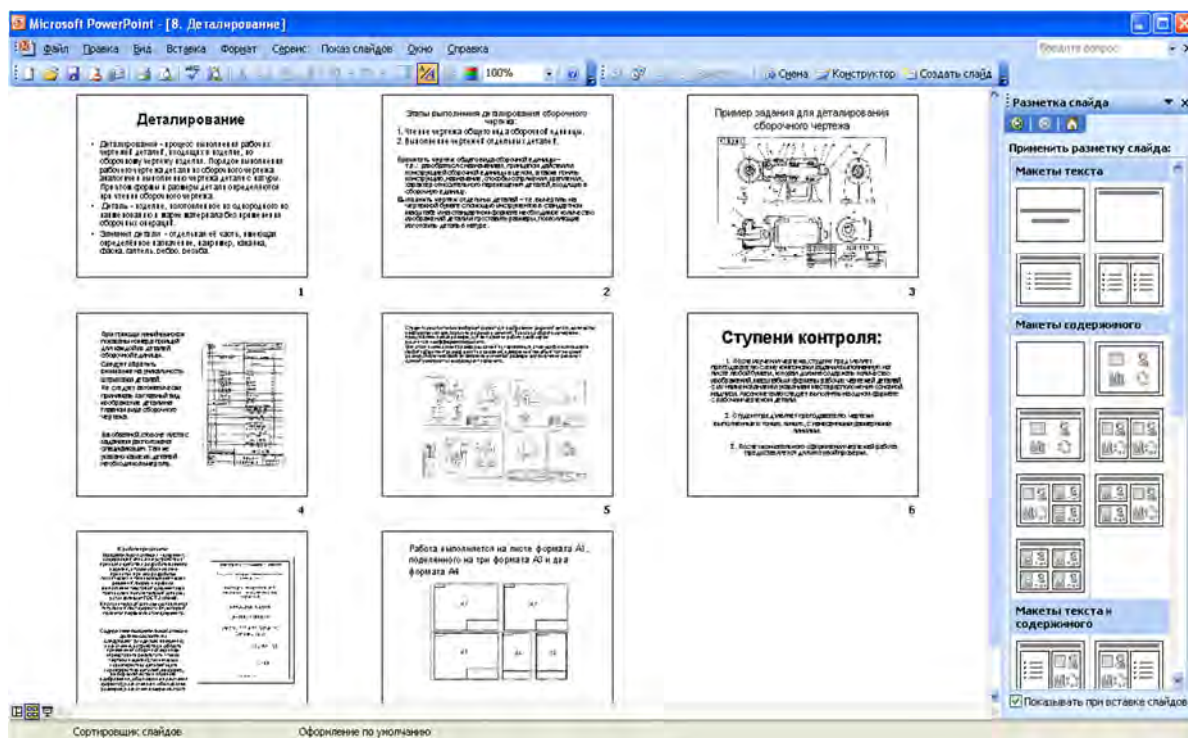


Рис. 3. Пример оформления слайдов для защиты курсовой работы по инженерной графике

В состав презентационных материалов для создания слайдов курсовой работы по теме «Детализирование сборочного чертежа» обязательно входят:

- чертеж индивидуального сборочного соединения;
- спецификация;
- описание и принцип работы сборочной единицы;
- задание на детализацию;
- рабочие чертежи деталей и аксонометрия.

Слайды презентации возможно представлять для защиты в электронном виде, выводить на проектор или распечатывать на принтере. При выводе на печать пользователю предоставляется возможность выбора вида распечатанного материала. Для преподавателя материал презентации можно распечатать в виде брошюры, где каждый слайд находится на отдельной странице. Для докладчика, с целью более быстрого ориентирования, возможно выбрать функцию печати «выдачи», при которой на одной странице размещается от 2 до 9 слайдов (рис.4).

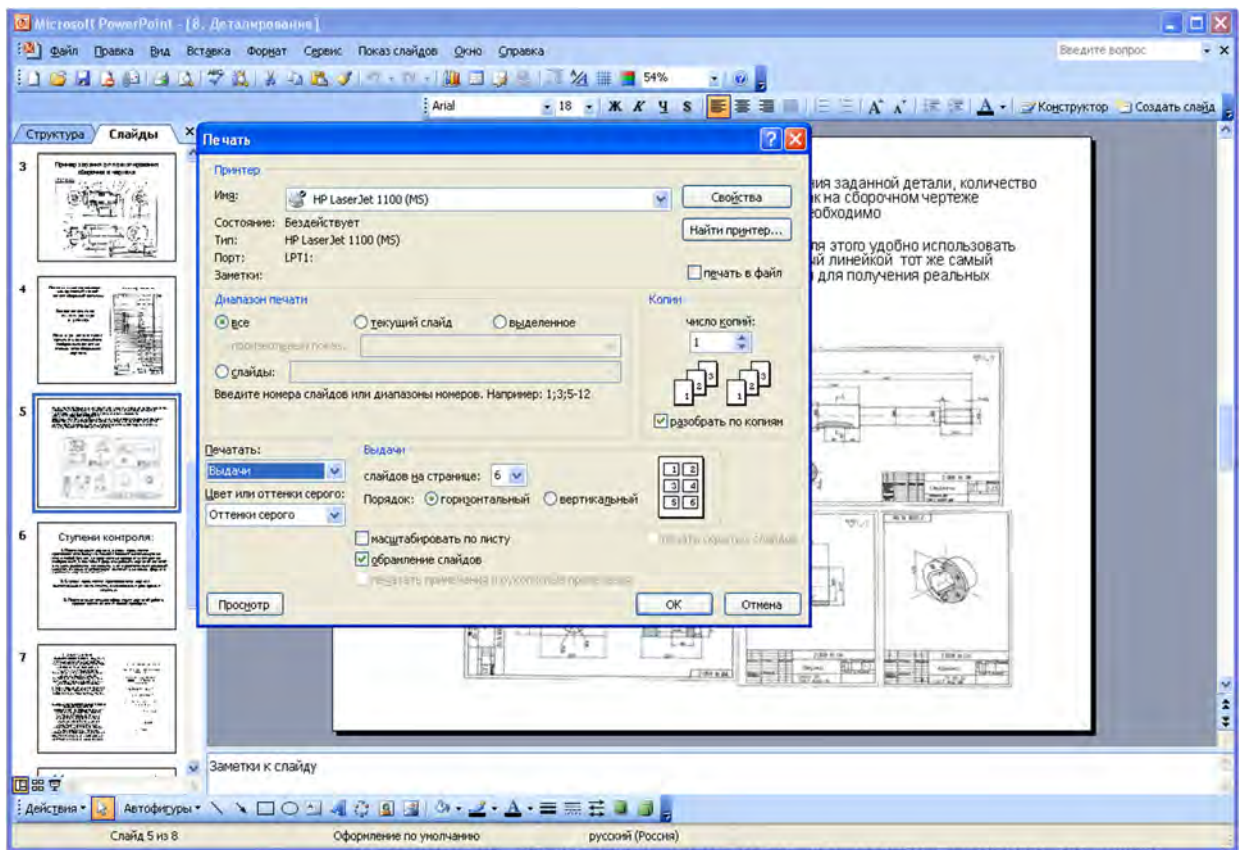


Рис. 4. Варианты вывода слайдов на печать

Подытоживая написанное, можно сделать вывод, что создание презентации для защиты курсовой работы на тему «Детализация сборочного чертежа» с применением программного продукта PowerPoint является интересной, творческой работой, способствующей не только повышению наглядности защищаемой работы и помогающей ведению доклада, но и улучшающей качество освоения дисциплины.

Библиографический список

1. Прикладная программа PowerPoint (Электронный ресурс) / Ткаченко В.А. Режим доступа: http://www.lessons-tva.info/edu/e-inf2/m2t3_1.html
2. Как делать презентации и слайды (Электронный ресурс) / Попов А. Режим доступа: <http://www.shipbottle.ru/projects/txt/presentations/index.shtml>

ИССЛЕДОВАНИЕ В MSC MARK ЗАПОРНОГО КЛАПАНА С РУКАВНЫМ ПРИВОДОМ НА ЭТАПЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В.Б. Ракицкая - Аспирант e-mailvalentina-n06@mail.ru

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет

В статье рассмотрены новая схема запорного устройства, основанная на применении эластичных оболочечных конструкций. Запорный орган выполнен в виде эластичного рукава. В качестве источника движения для приводов используется давление самой транспортируемой среды. Геометрическое моделирование устройства проведено в системе Unigraphics. Исследование запорного клапана осуществлялось в системах инженерного анализа MSC. Patran и MSC. Marc. В ходе исследования установлена оптимальная толщина стенки эластичного органа запорного устройства, проведён анализ процесса открытия устройства.

Ключевые слова: торовая механика, запорный клапан, системы инженерного анализа.

Особое значение в промышленности и народном хозяйстве всё больше занимают водоводы. При этом в проблеме водоснабжения можно выделить использование водопроводов большого диаметра (от 400 мм до 1500 мм). Сложность заключается в том, что большой диаметр труб – это одновременно и высокие напоры, давления и мощность текущей воды. В традиционных видах арматуры эти вопросы решаются путем увеличения металлоемкости конструкций, созданием дополнительных жёстких элементов, введением электро- или гидроприводов для компенсации большого усилия при закрытии запорных устройств. При этом для обеспечения безотказной и безопасной работы требования по точности к изготовлению деталей высоки, а стоимость арматуры резко возрастает.

Поэтому целью, поставленной при проектировании было, создание принципиально нового вида трубопроводной арматуры, лишённой вышеуказанных недостатков существующих конструкций.

Оптимальное, на наш взгляд, решение было найдено в применении в качестве запорных органов элементов торовой (эластичной) механики, а в качестве источника энергии работы привода – давление и энергию транспортируемой жидкости. Таким образом, совместное использование давления транспортируемой жидкости или газа в качестве источника энергии для привода арматуры в сочетании с применением эластичных элементов и оболочек (эластичной механики) для, позволило создать новый вид трубопроводной арматуры более технологичной, простой и удобной в эксплуатации и, соответственно, более дешёвой [1,2].

Для сокращения проектных и опытных работ использовали Virtual Product Development (VPD)-технологий (виртуальная разработка изделий). Эта технология позволяет работать с виртуальным аналогом реального изделия и уже на стадии проектирования определить значения его параметров, прогнозировать функциональность, оценивать соответствие требованиям надежности и безопасности.

Ниже приведено описание принципа работы проектируемого торового запорного устройства.

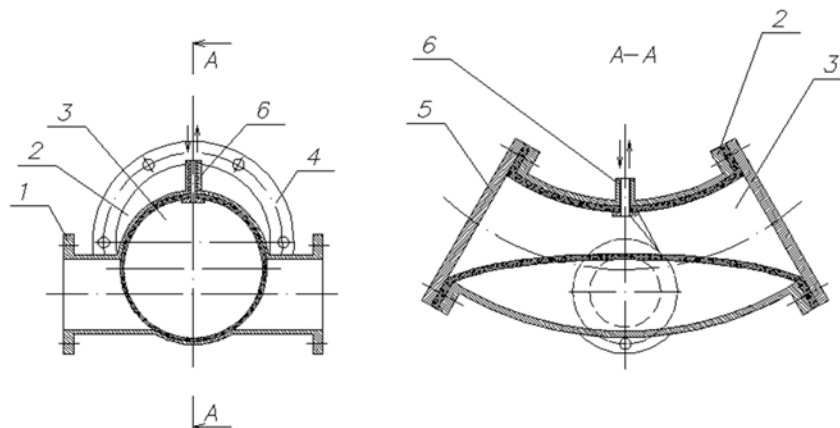


Рис. 1. Схема запорного устройства

Конструктивно устройство представляет следующее. В корпусе 1 (рисунок 1) выполнено расширение в виде колена трубы 2, размещённого поперёк проходного сечения корпуса 1 [1]. При этом размер диаметр колена трубы 2 превышает величину диаметра корпуса 1, а проходное сечение корпуса 1 устройства пересекает колено трубы 2 в средней его части со стороны большего радиуса колена трубы 2. В колене трубы 2 в качестве запорного органа установлено заглушенное и закреплённое по концам колено упругого эластичного рукава 3. Соотношение размеров колена упругого эластичного рукава 3 и корпуса 1, выбирается таким образом, что проходное сечение устройства в открытом положении больше или равно сечению соединяемых труб. Колено упругого эластичного рукава 3 закреплено по торцам в расширении корпуса 1 с помощью фланцев 4 и крышек 5. Для подачи и удаления рабочей среды из упругого эластичного колена рукава 3 на корпусе 1 установлен штуцер 6.

Устройство работает следующим образом. При закрытии устройства рабочая среда под давлением не менее давления в трубопроводе подаётся в полость упругого эластичного колена 3, которое расправляется и перекрывает рабочее сечение корпуса 1 устройства. Перекрытие устройства может осуществляться или вследствие упругих свойств материала упругого эластичного колена 3 и давления среды, подаваемого из трубопровода или за счёт большего давления от внешнего источника.

При открытии устройства давление в полости упругого эластичного колена 3 сбрасывается через штуцер 6 и за счёт давления среды в трубопроводе эластичная оболочка упругого эластичного колена 3 со стороны большего радиуса колена трубы 2 деформируется и отходит, освобождая проходное сечение.

На основании этой схемы [1] и схемы устройства [2] был разработан один из конструктивных вариантов запорного клапана, используемого в качестве исследуемой модели (рисунок 2). Построение геометрической модели клапана выполнили с помощью программного продукта 3D моделирования системы Unigraphics NX.

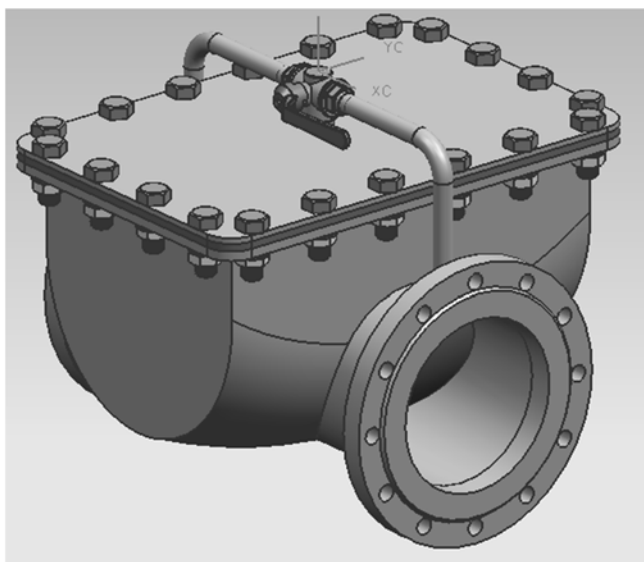


Рис. 2. Трёхмерная модель запорного устройства

Данное запорное устройство будет установлено в водопроводных сетях, поэтому эластичная часть (рисунок 3) должна быть изготовлена из материала, удовлетворяющего санитарным нормам. Так же материал должен быть упругим и выдерживать давление в сети при обеспечении надежной герметичности клапана.

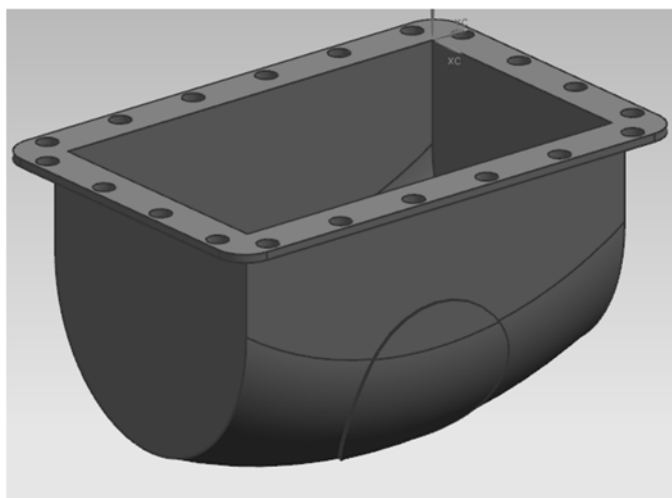


Рис. 3. Эластичная часть запорного устройства

С учётом всех вышеперечисленных требований, для эластичной части запорного устройства выбирали резиновую пищевую смесь по ТУ 38 1051705-86. Марка резиновой смеси – 52-563. Резиновая смесь 52-563 имеет разрешение СЭС РОССАНЭПИДСЛУЖБЫ России на применение ее для изделий, контактирующих с пищевыми продуктами и средами. Данная резиновая смесь изготавливается на основе бутадиен-нитрильного каучука СКН-26 МП [3].

Для корпуса запорного устройства выбирали сталь коррозионно-стойкую (нержавеющую) обыкновенную - 08Х22Н6Т. Из стали 08Х22Н6Т изготавливают: трубы водо- и газопроводные, сварные аппараты и сосуды, камеры горения и другие

конструктивные элементы газовых турбин, корпуса аппаратов днища, фланцы, детали внутренних устройств аппаратов, трубные диски и пучки, работающие при температуре от -10 до +300 °С под давлением и соприкасающиеся с коррозионными средами и т. д.

Далее были проведены предварительные виртуальные испытания, с помощью которых предполагалось определить значения основных конструктивных параметров эластичной части клапана.

Испытания проводились с помощью программных продуктов компании MSC Software. Анализ параметров конструкции с учетом нагружения проводился с помощью систем конечно-элементного моделирования MSC.Patran [4] и анализа MSC.Marc [5]. Выбор данной системы анализа обоснован возможностью решения высоко нелинейных прочностных задач, в том числе с возможностью учета истории нагружения конструкции. Пре- и постпроцессор MSC.Patran в свою очередь предоставляет широкие возможности для удобной и быстрой работы с системой анализа MSC.Marc.

Исходные данные для испытаний:

- диаметр боковых труб Ду 200 мм;
- величина давления: 10 атмосфер;

В MSC.Patran экспортируется трехмерная модель запорного устройства из системы Unigraphics. Далее модель разбивается на конечные элементы, задаются условия закрепления, нагружения. Задается марка материала, и свойства той части устройства, поведение которой будет исследоваться. В нашем случае предстояло исследовать величины и характер деформаций эластичной части конструкции под нагрузкой и выбрать оптимальный вариант её толщины. В качестве материала эластичной части используется резина, числовые значения ее свойств необходимо указать в соответствующей форме. Металлическая часть устройства представляется в виде абсолютно жесткого тела, поэтому её свойства как таковые не задаются.

Модель подготовленная для расчета, представлена на рисунке 4.

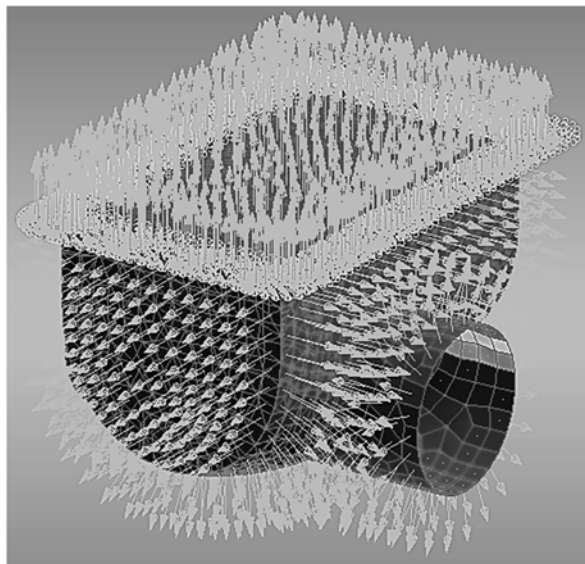


Рис. 4. Модель, подготовленная к расчету

Далее модель отправляется на расчет в систему MSC.Marc.

Завершающим этапом данного исследования является анализ полученных результатов приложения нагрузки. Результат расчета можно увидеть на рисунке 5, здесь представлена деформация эластичного элемента под нагрузкой.

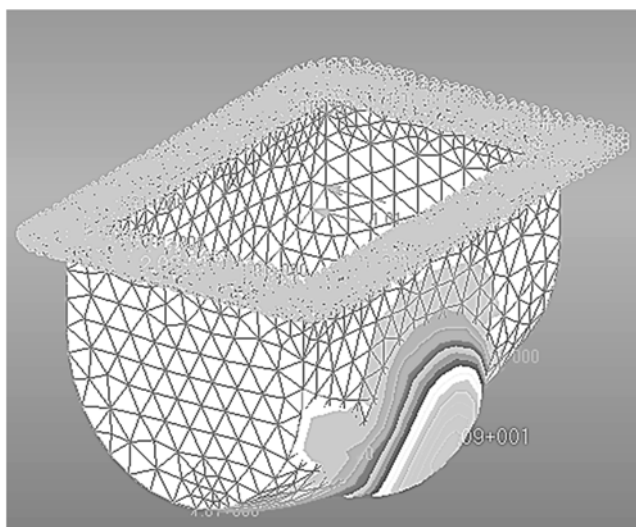


Рис. 5. Результат расчета

В результате исследований было установлено, что данное запорное устройство работает надлежащим образом и перекрывает трубопровод с помощью давления самой транспортируемой среды. Также была установлена оптимальная толщина стенки эластичного элемента, при рабочем давлении 10 атмосфер оптимальная толщина стенки эластичного органа равна 9 мм.

Было установлено влияние прилагаемого давления к запорному устройству в открытом состоянии (рисунок 6). На вход клапана постепенно подавалось давление от 0 до 10 атмосфер. Помощью данного исследования можно проследить процесс открытия данного устройства.

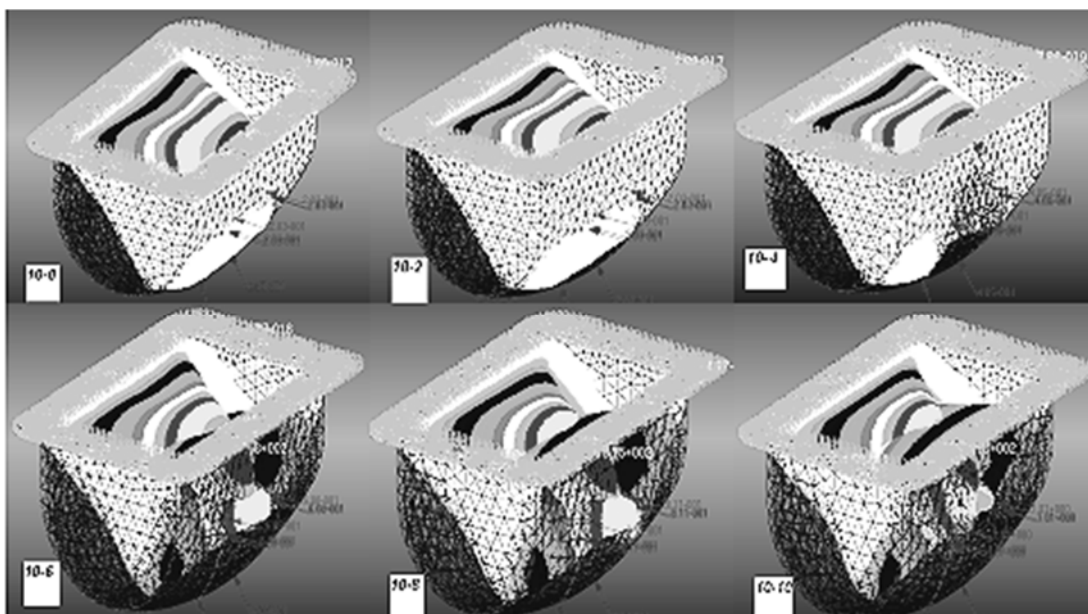


Рис. 6. Влияние прилагаемого давления на запорное устройство

Таким образом, построена геометрическая модель запорного устройства, которое позволяет использовать энергию и давление транспортируемого продукта для переключения клапана, исключая использование каких-либо механических систем и, соответственно, необходимость изготовления сложных, дорогостоящих деталей, что повышает надежность, уменьшает металлоемкость и габариты, создает возможность использования устройства в трубопроводах больших диаметров, облегчает и упрощает его обслуживание и эксплуатацию.

Библиографический список

1. Патент РФ № 2299373 МПК³ кл. F16K 7/07, 27/00. Шланговый клапан (варианты) / Кольцов В.П., Евстафьев С.Н., Майзель И.Г., Чупин В.Р. Опубл.20.05.2000. Бюл. № 14. С. 14.
2. Патент РФ № 2299373 МКИЗ кл. F16K 7/07, 27/00. Шланговый клапан (варианты) / Кольцов В.П., Евстафьев С.Н., Майзель И.Г., Чупин В.Р. Опубл. 20.05.2007. Бюл. № 14 С. 14.
3. Гуревич Д.Ф. Конструирование и расчет трубопроводной арматуры, изд-во «Машиностроение», 1986г., 888 стр. Табл.159. Илл.540. Библ.20 назв.
4. Лепетов В.А. Резиновые технические изделия. Л.: Химия, 1959. – 448с.
5. Справочное руководство по MSC.Patran, MCS.Software, 2008.
6. Справочное руководство по MSC.Marc, MCS.Software, 2008.

КЛЕПКА КЛИНОВИДНЫХ ПАКЕТОВ

А. М. Хамаганов

Национальный Исследовательский Иркутский Государственный Технический
Университет

Описывается состояние технологии клепки клиновидных пакетов в авиастроении в настоящее время. В данной статье рассмотрен новый способ клепки клиновидных пакетов, заключающийся в изменении вектора давления при формообразовании замыкающей головки заклепки. Описан принцип работы этого способа и приведен образец разработанного оборудования, имеющий практическое применение – ручное устройство для клепки клиновидных пакетов (пресс-скоба).

Ключевые слова: клёпка, клиновидный пакет, прессовая клёпка, формообразование замыкающей головки.

Клепальные работы занимают прочные позиции в сборочном производстве различных областей машиностроения. В авиастроении значительная часть клепальных работ приходится на клепку клиновидных пакетов.

Клиновидный пакет в авиастроении представляет собой носовую часть и законцовки аэродинамических поверхностей летательного аппарата, это крыло, оперение, воздухозаборники и многое другое. Клиновидный пакет в основном состоит из клиновидной вставки (сухаря) и прилегающих к нему обшивок которые склепываются заклёпками с потайной головкой. Особенностью таких пакетов является продольная клиновидность «сухаря», угол клиновидности пакета изменяется вдоль длины носка или законцовки.

Для клепки клиновидных пакетов применяют различные способы и приемы. В частности:

- при прессовой клепке применяют специальные обжимки, имеющие скосы рабочих плоскостей, соответствующие углу клиновидного пакета, однако этот способ применим для клепки пакетов с углом клиновидности до 6° . Недостатками данного метода является то что при углах более 6° происходит размазывание замыкающей головки заклепки в направлении скоса рабочей поверхности, а также неизменяемый угол скосов обжимок.

- для устранения недостатка предыдущего способа предлагался способ прессовой клепки, в котором перед формированием замыкающей предполагалось изгибать выступающую часть стержня заклепки перпендикулярно плоскости склепываемого пакета. Недостатками этого способа являются выполнение двух независимых технологических переходов: изгиб выступающей части заклепки и образование замыкающей головки, а также трудности выполнения изгиба из-за небольшой высоты выступающей части заклепки.

- известен также способ клепки клиновидных пакетов с формообразованием замыкающей головки раскаткой, заключающийся в том, что пуансон обкатывает торец выступающей заклепки с приложением осевого давления. Недостатками данного способа являются неравномерность распределения радиальных деформаций и напряжений по толщине пакета (длине заклепки), что приводит к снижению прочности соединения.

Так как недостатки вышеприведенных способов клепки являются неустраняемыми или их устранение приводит к большим затратам, на производстве сохраняется ручной способ клепки клиновидных пакетов с помощью слесарного молотка. Клепка вручную требует высокой квалификации исполнителя, риск развития вибрационной и других болезней у слесаря работающего молотком и его напарника удерживающего поддержку для клепки.

Для решения данной проблемы предложен способ клёпки, при котором изгиб и осаживание выступающей части стержня заклепки происходит одновременно путем изменения направления вектора силы при деформации выступающей части заклепки,

получены патенты на изобретения №2251467 «Способ клёпки клиновидных пакетов», №2253536 «Устройство для прессовой клёпки клиновидных пакетов». На основании данных патентов разработано и изготовлено устройство для клёпки клиновидных пакетов применимое в технологическом процессе клёпки при производстве летательных аппаратов. Устройство представляет собой ручной переносной пресс (пресс-скоба) с пневматическим приводом, геометрические размеры которого и усилие давления обжимки адаптированы к конкретной сборочной единице и стапелю. Пневматический привод является стандартизированной заводской разработкой.

На рисунке 1 изображено исходное состояние элементов перед клёпкой. Клиновидный пакет состоит из «сухаря» (поз. 1) и обшивок (поз. 6 и поз. 8). В пакет установлена заклепка (поз. 2) с потайной головкой, причем ось заклепки (поз. 4) перпендикулярна оси симметрии пакета (поз. 7). Оси гнезд (зенковка) под закладную (поз.3) и замыкающую (поз.11) головки перпендикулярны поверхностям склепываемого пакета. В состав устройства для клёпки входит поддержка (поз. 5), находящаяся со стороны закладной головки заклёпки, корпус обжимки (поз. 12) с обжимкой (поз. 10), со стороны выступающей части заклепки, обжимка и корпус обжимки имеют шарнирное соединение (ось шарнирного соединения поз. 9).

Непосредственно перед клёпкой (формообразованием замыкающей головки) происходит сжатие поддержки и корпуса обжимки, что обеспечивает предварительное сжатие склепываемого пакета и повышает качество клёпки всего пакета.

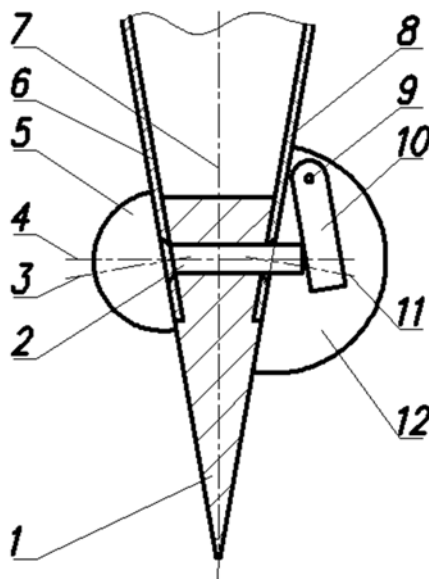


Рис. 1. Исходное состояние элементов

В процессе клёпки усилие прессы передаётся на обжимку, которая за счёт шарнирного соединения описывает круговое движение и деформируя выступающую часть заклёпки формирует образующую головку. На рисунке 2 показаны направление, и расклад сил в различных стадиях деформации выступающей части заклёпки.

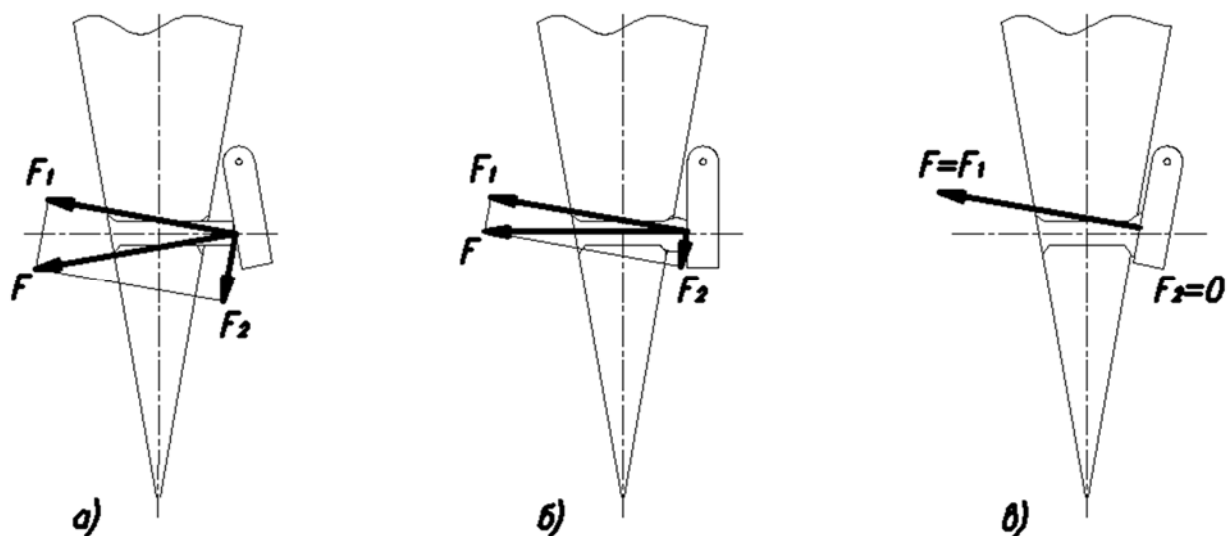


Рис. 2. Направление, и расклад сил в различных стадиях деформации выступающей части заклёпки

Сила давления прессы (пневматического привода) действует на обжимку и далее перпендикулярно поверхности обжимки на выступающую часть заклёпки. При деформации сила F раскладывается на составляющие F_1 и F_2 . Составляющая сила F_1 действует на осадку стержня заклёпки, а сила F_2 направлена параллельно поверхности пакета и действует на изгиб выступающей части заклёпки. В начальной стадии клёпки (рисунок 2а) составляющая F_2 имеет максимальную величину. При движении обжимки по круговой траектории уменьшается угол между рабочей поверхностью обжимки и поверхностью пакета, соответственно изменяется вектор силы F , уменьшается значение составляющей F_2 (рисунок 2б). В конечной стадии клёпки рабочая поверхность обжимки и поверхность пакета параллельны и составляющая F_2 равна нулю (рисунок 2в).

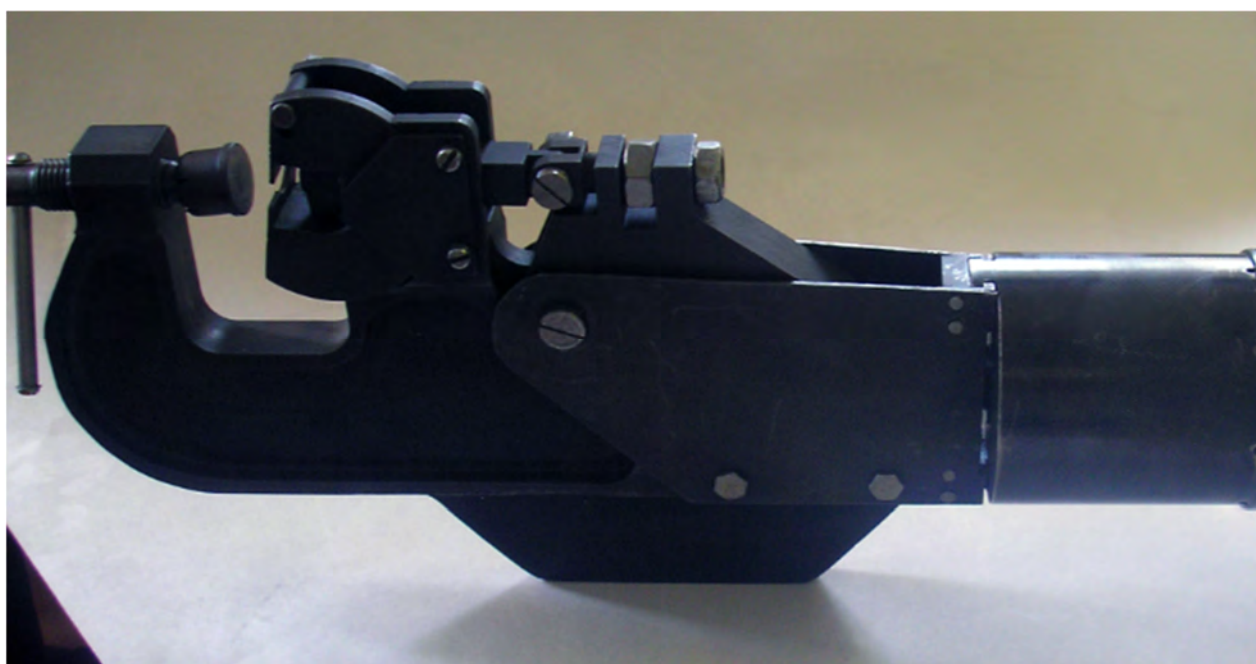


Рис. 3. Устройство для клёпки клиновидных пакетов

На фотографии (рисунок 3) показано изготовленное устройство для клепки клиновидных пакетов (пресс-скоба). На фото хорошо видна поддержка на шаровой опоре и круговой сегмент корпуса обжимки, которые самоустанавливаются по углу клиновидности пакета. Поддержка имеет возможность перемещения за счёт рычажно-винтового механизма, этим создаётся предварительное сжатие пакета перед клёпкой. Усилие пневматического привода передается на обжимку расположенную в круговом корпусе через клиновидный рычажный механизм. Для предотвращения сползания устройства по поверхности клина в процессе клёпки, данная пресс-скоба нижней частью опирается на деталь стапеля сборки агрегата (нижнюю линейку стапеля, которую необходимо несколько усилить).

Таким образом применение в производстве данного устройства для клепки клиновидных панелей позволяет механизировать данный вид работ, устраняет риск развития вибрационных заболеваний у слесарей-клепальщиков, повышает качество клепальных работ и производительность труда.

Простота конструкции механизма, применение известных приводов и других конструктивных элементов, а также идентичность способов и приёмов работы работам на обычных (прямых) пресс-скобах позволяют внедрить новую технологию клёпки клиновидных панелей в существующее производство без больших осложнений и затрат.

Библиографический список

1. Хамаганов А. М. Способ клепки клиновидных пакетов: пат. РФ №2251467 МПК кл. В21 J15/02; опубликовано 10.05.2005 Бюлл. №13.
2. Хамаганов А. М. Устройство для прессовой клепки клиновидных пакетов: пат. РФ №2253536 МКП кл. В21 J15/38; опубликовано 10.06.2005 Бюлл. №16.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТИ РАЦИОНАЛЬНОЙ СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ РЕЗИНЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ ГУММИРОВАННЫХ ВАЛОВ БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНЫХ МАШИН

Р.С. Музафаров, к.т.н., доцент, А.Ф. Мкртчян, старший преподаватель
ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Ключевые слова: технология машиностроения, механическая обработка резины.

Если рассматривать протекающий процесс резания – отделения стружки остро заточенным режущим инструментом в произвольный момент времени, то функцией деформации может быть взята функция $\varepsilon(t) = \xi_0 + \varepsilon_0 t$, в которой ξ_0 – остаточная мгновенная деформация от предыдущего срезания, а ε_0 – коэффициент роста деформации (скорость роста деформации или скорость деформации).

Полагаем, что начальные условия теперь есть:

$$\begin{aligned} \varepsilon &= \xi_0; \dot{\varepsilon}(0) = \varepsilon_0; \\ \sigma(0) &= 0; \dot{\sigma}(0) = 0. \end{aligned} \quad (1)$$

С учетом начальных условий (1), после решения полученного ранее дифференциального уравнения [1], описывающего упругое поведение резины в зоне обработки, получим выражение:

$$\sigma = E_0 \varepsilon_0 t + \eta_1 \varepsilon_0 + E_1 \xi_0 + (E_1 \xi_0 - \eta_1 \varepsilon_0) e^{-\frac{E_1 t}{\eta_1}}. \quad (2)$$

Поскольку поведение $\sigma(t)$ определяется соотношением констант в скобках $E_1 \xi_0$ и $\eta_1 \varepsilon_0$, то возможны три случая их соотношения:

- 1) $\eta_1 \varepsilon_0 < E_1 \xi_0$;
- 2) $\eta_1 \varepsilon_0 = E_1 \xi_0$;
- 3) $\eta_1 \varepsilon_0 > E_1 \xi_0$.

Это определяет различные закономерности роста напряжений во времени:

– при $\eta_1 \varepsilon_0 = E_1 \xi_0$ напряжение $\sigma(t)$ растет линейно, поскольку

$$(E_1 \xi_0 - \eta_1 \varepsilon_0) e^{-\frac{E_1 t}{\eta_1}} = 0;$$

– при $\eta_1 \varepsilon_0 < E_1 \xi_0$ напряжения не достигают предела прочности за конечный интервал времени (проскальзывание, срыв материала с режущей кромки) или достигается при больших деформациях в системе резец – деталь (смятие резины);

– при $\eta_1 \varepsilon_0 > E_1 \xi_0$ напряжения в материале интенсивно возрастают и при достижении предела прочности происходит разрушение локальных объемов, при этом качественно характер кривой роста напряжения соответствует кривой роста силы резания изотропных материалов [2].

Критерием оптимизации резания может служить выполнение условия:

$$\varepsilon_0 > \frac{E_1}{\eta_1} \xi_0, \quad (3)$$

определяющего нижнюю границу скорости деформации.

Если связать ε_0 и ξ_0 с элементами режима резания резины, то средняя скорость деформирования ε_0 есть

$$\varepsilon_0 = \frac{V}{\ell}, \quad (4)$$

где V - скорость резания; l - длина зоны контакта на режущей грани микровыступа.

Остаточная или предварительная деформация ξ_0 может рассматриваться как упругая деформация под действием силы резания P и, следовательно, может быть выражена при равномерной нагрузке на режущей кромке таким образом:

$$\xi = \frac{P}{\ell E \delta}, \quad (5)$$

где $E=E_0+E_1$ - мгновенный модуль упругости резины; δ - толщина режущего лезвия резца (рис. 1).

Подставим (3) и (4) в (5), получим:

$$V > \frac{PE_1}{\eta_1 E \delta}. \quad (6)$$

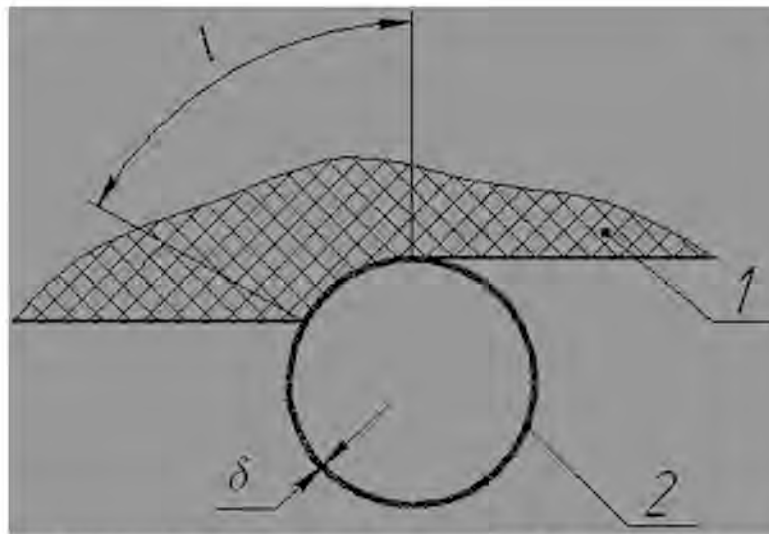


Рис. 1. Схема некоторых параметров процесса резания: l - длина зоны контакта; δ - толщина режущего лезвия; 1 - обрабатываемый материал; 2 - режущий инструмент

Оптимальные скорости резания диктуются тем выводом, который вытекает из анализа реологической модели вязкоупругого поведения резины [1]: скорость резания (скорость деформации ε_0) должна обеспечивать достижение напряжений величины $\sigma_{раз}$ упругих нитей резиновой массы в области упругого поведения резины. Для решения этой задачи можно использовать классическую модель и математический аппарат описания колебаний упругих стержней при возмущении их поперечной силой [3].

При анализе решений задачи поперечных колебаний обнаруживается условие, при котором возможно разрушение стержней, проявляющих вязкоупругие свойства, поперечной силой, а именно $V_{раз} \geq a_0 = \sqrt{\frac{1}{\rho} \cdot \frac{dE}{d\varepsilon}}$, а в области упругого поведения стержня это условие записывается так:

$$V_{раз} \geq a_0 = \sqrt{\frac{E}{\rho}},$$

где $V_{раз}$ - скорость удара микровыступом режущего лезвия резца по массе нитей; a_0 - скорость распространения упругой волны в массе резин; $E=E_0+E_1$ - модуль упругости

резины; ρ - плотность резины; E_0 - равновесный модуль упругости резины; E_1 - неравновесная часть модуля упругости резины.

Результаты расчетов скорости вращения резца для резания мягкой резины приведены ниже в таблице 1.

Таблица 1

Результаты расчетов скорости вращения резца

	293 °K	313 °K	333 °K	253 °K
E_0 , МПа	8	7	6	5
E_1 , МПа	2,0	1,5	1	0,5
ρ , г/см ³	0,923			
a_0 , м/с	33,0	30,35	27,54	24,41
Частота вращения резца $d=100$ мм, об/мин	≥ 6400	≥ 5800	≥ 5200	≥ 4660

Максимальные скорости резания ограничиваются тепловыми процессами на задней поверхности – наружной поверхности вращающегося резца, на которой происходит контакт с обрабатываемой поверхностью. Экспериментальные исследования показывают, что тепловые процессы определяются и углами установки резца, что делает неопределенной рекомендацию максимально допустимой скорости резания.

Библиографический список

1. Музафаров Р.С., Мкртчян А.Ф. Использование реологических моделей для моделирования вязкоупругого поведения резины// Вестник Ижевского государственного технического университета. – 2008. – №2(38). – С. 21-23.
2. Бобров В.Ф., Иерусалимский Д.Е. Особенности механики процесса резания чашечными резцами с принудительным вращением // Известия ВУЗов. - Машиностроение, 1970. - № 1. С. 130 - 134.
3. Араманович И.Г., Левин В.И. Уравнения математической физики. - М.: Наука, 1969.

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПРИ ЗАОЧНОЙ ФОРМЕ ОБУЧЕНИЯ.

А.В. Горбань, к.х.н., доцент, С.С. Шестериков - студент гр. НБз-09.

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет

Самостоятельная работа студентов заочной формы обучения в свете компетентностного подхода образовательных стандартов третьего поколения должна обеспечить формирование графических компетенций. Качество графической подготовки зависит от активной самостоятельной учебно-познавательной деятельности студента и педагогического профессионализма преподавателя. Учебный процесс по графическим дисциплинам при заочной форме обучения в университете складывается из установочно-обзорных лекций, самостоятельного выполнения графических работ, практических занятий, итоговых лекций и аттестации по дисциплине. В связи с увеличением числа часов самостоятельной работы студента, преподаватель осуществляет направляющую и контролирующую функцию.

Ключевые слова: Заочная форма обучения, графические дисциплины, компетенции, самостоятельная работа.

Образовательные стандарты ВПО третьего поколения ориентированы на компетентностный подход, предполагающий дальнейшее смещение акцента в обучении на активную самостоятельную учебно-познавательную деятельность обучающихся [1]. Студент заочной формы обучения должен понимать, что самостоятельная учебно-познавательная деятельность отличается от обычной учебной деятельности. Она носит поисковый характер, в ходе ее решаются несколько познавательных задач, ее результат - решение проблемных ситуаций. Учебно-познавательная деятельность студента является саморегулируемой, самоуправляемой, внутренне мотивированной, носит избирательный характер. Эта и другая специфика обуславливают особенности организации и проведения занятий со студентами заочной формы обучения. Самостоятельная учебно-познавательная деятельность включает смысловой, целевой и исполнительский компоненты. Овладевая все более сложными интеллектуальными действиями, студент приходит к активной смысловой ориентировке, позволяющей ему отрабатывать собственные подходы к решению проблемы самообразования. Целевой и исполнительский компоненты включают в себя постановку цели, определение задач, планирование действий, выбора способов и средств их выполнения, самоанализ и самоконтроль результатов, коррекцию перспектив дальнейшей деятельности.

Студенту заочной формы обучения предстоит динамика от овладения приемами работы с учебной и научной литературой до развития умений и навыков самостоятельной познавательной деятельности и выработки привычки к систематическому самообразованию. Содержательно такая динамика связана с развитием умений восприятия и воспроизведения изучаемого материала, его анализа и сравнения, сопоставления и обобщения [2].

Теоретические и методические основы организации самостоятельной работы студентов заочной формы обучения технических вузов по курсу начертательной геометрии и инженерной графики, обеспечивают формирование графической компетенции и достижение необходимого качества графической подготовки. Под графическими компетенциями следует понимать компетенции, направленные на освоение обобщенных способов действий, которые основаны на знаниях, умениях и навыках применения стандартов и правил выполнения чертежей, способности свободного владения конструкторской документацией, позволяющие оперативно в ней ориентироваться и применять в профессиональной деятельности будущего инженера. Основой формирования графической компетенции инженера – является развитие у студентов пространственного мышления и образного воображения. Среди факторов,

влияющих на графическую подготовку, важную роль играют уровень подготовки абитуриентов в области геометрии и черчения и увеличение доли самостоятельной работы студентов по курсу начертательной геометрии и инженерной графики.

Качество подготовки специалистов обучающихся по заочной форме также зависит от эффективной организации учебно-воспитательного процесса и уровня профессионализма преподавателей.

С учетом требований Государственных образовательных стандартов и учебных планов, большая часть времени студентов заочной формы обучения отводится на самостоятельную работу, и лишь небольшая доля часов занимает аудиторная работа с преподавателем.

Учебный процесс по графическим дисциплинам при заочной форме обучения в университете складывается из установочно-обзорных лекций, самостоятельного выполнения графических работ, практических занятий, итоговых лекций и аттестации по дисциплине.

Сокращение пути от получения знаний студентами до их применения на практике способствует более глубокому усвоению учебного материала. Общей тенденцией является то, что студенты заочной формы обучения в своём большинстве уже работают по профилю избранной специальности и имеют практический опыт.

Наибольшие трудности у студентов вызывают установочно-обзорные лекции, когда в течение нескольких академических часов предстоит освоить базовый объем знаний по графическим дисциплинам.

Перед преподавателем стоит вопрос целесообразного сочетания двух- и трёхмерных, статичных и динамичных моделей предъявления учебного материала, его психологически обоснованной анимационной визуализации. Преподаватель использует когнитивно-визуальный подход в обучении, принимая во внимание психолого-социологические особенности восприятия графической информации.

Учитывая ограниченное время, отведенное на лекции, преподаватель не имеет возможности достаточно полно раскрыть на лекциях весь теоретический материал изучаемой дисциплины.

На лекции излагается общее представление об изучаемой дисциплине, содержании, месте в учебном процессе и роли в их будущей практической деятельности.

Преподаватель знакомит студентов с нормативной документацией, учебно-методическим обеспечением учебного процесса:

- Государственным образовательным стандартом по данной специальности,
- учебной программой по изучаемой дисциплине,
- методическими указаниями для самостоятельного изучения дисциплины,
- методическими указаниями по выполнению контрольной или курсовой работы,
- списком рекомендуемой литературы.

С учетом требований Государственного образовательного стандарта, преподаватель акцентирует внимание студентов на то, что должен знать, что должен уметь, какими понятиями и навыками владеть будущий специалист после изучения дисциплины.

Во время лекции преподаватель рассматривает проблему целесообразного сочетания построения чертежей «вручную» и с помощью компьютерных программ. Преподаватель акцентирует внимание студентов на следующих положениях:

- самостоятельная графическая работа студента - это особым образом организованная деятельность, включающая в свою структуру такие компоненты, как:
 - уяснение цели и поставленной задачи;
 - четкое и системное планирование графической работы;
 - поиск необходимой учебной и научной информации;
 - освоение информации и ее логическая переработка;

- проведение анализа и самоконтроля.

При разработке заданий для самостоятельной графической работы преподаватель использует совокупность задач, включающая в себя как базовые геометро-графические построения, так и содержательные профессионально-ориентированные эвристические задачи, обеспечивающие повышение мотивации изучения курса.

Итоговая лекция завершает изучение теоретического курса, обобщает изученный материал за весь период изучения. При чтении лекции преподаватель учитывает пробелы в знаниях студентов, выявленные на практических занятиях, в процессе проверки самостоятельных графических работ и дает установку на пути устранения пробелов. На итоговой лекции преподаватель выделяет основные идеи изучаемой дисциплины, показывает, каким образом можно использовать полученные знания на практике и при изучении других дисциплин.

В качестве контрольно-измерительных материалов для итоговой аттестации по дисциплине используются экзаменационные билеты и тестовые задания. В их состав входят задачи, решение которых подразумевает наличие знаний по дисциплине.

Итоговый контроль знаний выявляет уровень графической компетенции в рамках курса начертательной геометрии и инженерной графики.

В процессе обучения будущий специалист получит основополагающие знания, научится сознательному, творческому применению знаний в практической деятельности, что, несомненно, влияет на качество образования в целом.

Библиографический список

1. Дудина М.Н. Новая образовательная парадигма: проблемы качества образования. /Дудина М.Н.//Современные проблемы науки и образования. – 2006. – № 5 – С. 32-34.
2. Управление качеством подготовки специалистов при заочной форме обучения. /Михайлов Д.М. [и др.]//Современные проблемы науки и образования. – 2009. – № 2 – С. 74-74.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛЕГИРОВАНИЯ И МОДИФИЦИРОВАНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ВЫСОКОМАРГАНЦЕВОЙ СТАЛИ 110Г13Л

И.И. Кострубова - к.т.н., доцент., Л.И. Кравцова к.т.н., - профессор, И.В. Гусейнов - студент группы СМо – 08 -2

В статье рассмотрены результаты статистической обработки данных химического состава высокомарганцевых сталей и результатов испытаний на ударную вязкость, что позволило определить оптимальные концентрации основных элементов и влияние колебаний химического состава на свойства аустенитной стали. Исследовались стали с различным содержанием углерода, марганца, кремния и соотношением между марганцем и углеродом. Кроме того изучены с точки зрения их влияния на механические свойства стали оптимальные количества легирующих добавок. Установлено смещение порога хладноломкости при легировании хромом, никелем и медью в область более низких температур по сравнению со стандартной высокомарганцевой сталью.

Ключевые слова: высокомарганцевые аустенитные стали, легирование, механические свойства, ударная вязкость, порог хладноломкости.

Статистическая обработка данных химического состава сталей и результатов испытаний на ударную вязкость позволила определить оптимальные концентрации основных элементов и влияние колебаний химического состава на свойства стали. Колебания химического состава стали определяют надёжность и долговечность отливок.

Исследовались стали с различным содержанием углерода, марганца, кремния и соотношением между марганцем и углеродом.

Таблица 1
Химический состав и механические свойства стали 110Г13Л

Обозначение сплава	Химический состав, %					Механические свойства					
	C	Mn	Si	P	S	σ_B МПа	$\sigma_{0.2}$ МПа	δ %	Ψ %	KCU МДж/м ²	НВ
1	1,0	12,75	0,54	0,023	0,010	758	458	35,8	29,5	2,3	197
2	1,04	11,90	0,62	0,024	0,080	650	459	26,5	21,3	2,5	207
3	1,06	13,50	0,44	0,023	0,011	696	497	27,3	32,2	2,6	197

Анализ результатов испытаний позволил выявить, что повышение содержания углерода до 1,25% снижает ударную вязкость до 0,9 МДж/м². Увеличение содержания марганца до 13,5%, а также отношение марганца к углероду (Mn/C) положительно влияет на ударную вязкость. Эти данные стали определяющими при выборе необходимой концентрации углерода, марганца и кремния для крупногабаритных отливок: 0,95...1,05% C; 11...13% Mn; 0,4...0,5% Si.

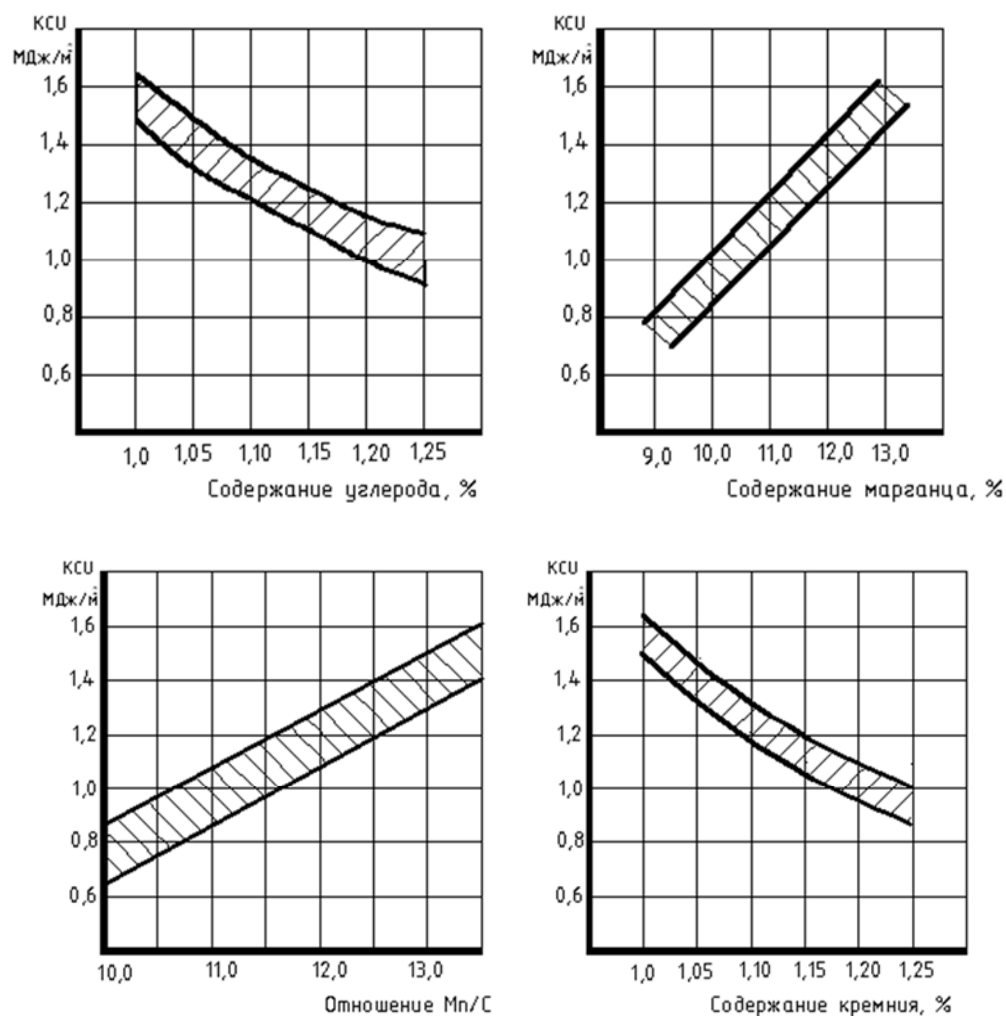


Рис. 1. Влияние углерода, марганца, отношения марганца к углероду и кремния на ударную вязкость высокомарганцевой стали 110Г13Л

Дополнительное легирование высокомарганцевой стали хромом, медью, ниобием, никелем, ванадием проводилось с целью повышения ресурса работы рассматриваемых отливок.

Исследование влияния хрома (до 3,6%) на механические свойства стали показало повышение прочности при понижении пластических характеристик, особенно ударной вязкости (рисунок 2).

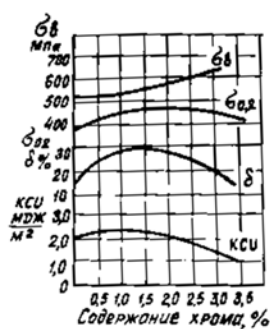


Рис. 2. Влияние содержания хрома на механические свойства высокомарганцевой стали 110Г13Л

Причиной хладноломкости железомарганцевого аустенита считают фазовый переход I рода – при низких температурах гранцентрированная кубическая решётка переходит в гранцентрированную тетрагональную. При появлении тетрагональных искажений у плотноупакованной структуры кубической фазы аустенит становится хладноломким. Такие искажения в решетке обусловлены локализацией связи при понижении температуры, что и является основной причиной хрупких разрушений при низких температурах железомарганцевого аустенита. Особые свойства марганцевых аустенитных сталей и сплавов связаны с характером межатомного взаимодействия в их решетке. Благоприятное пространственное взаимодействие электронов в железомарганцевых сталях достигается путём уменьшения электронной концентрации и энергии металлической связи, увеличением межатомных расстояний. Удаление атомов друг от друга, как известно, уменьшает возбуждение, а подавление расщепления и перекрывания орбитальных оболочек способствует стабилизации γ – фазы, что достигается легированием аустенита. Было выявлено оптимальное количество хрома с целью улучшения хладостойкости исследуемой высокомарганцевой стали. Порог хладноломкости стали, содержащей хрома в количестве 2%, смещается ниже 100°C , а с повышением содержания хрома до 3,5%, снижается до -60°C (у стали исходного состава порог хладноломкости находится при -40°C).

Значительное улучшение пластических свойств и ударной вязкости (до $2,8...3,0$ МДж/м²) наблюдалось при легировании никелем (до 3,5%) (рисунок 3). Прочность при этом почти не изменялась. Влияние никеля на ударную вязкость высокомарганцевой стали при низких температурах сильнее влияния хрома. Высокая ударная вязкость этих сталей сохраняется в области более низких температур (рисунок 4). Порог хладноломкости стали с содержанием никеля до 2% находится ниже 100°C (кривые 1,2), а с увеличением содержания до 3,5% достигает -180°C (кривая 3).

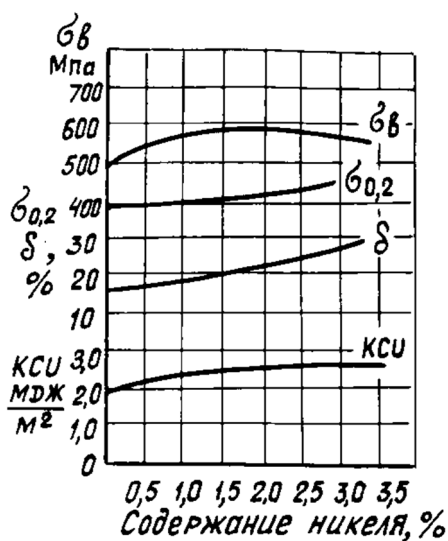


Рис. 3. Влияние содержания никеля на механические свойства высокомарганцевой стали 110Г13Л

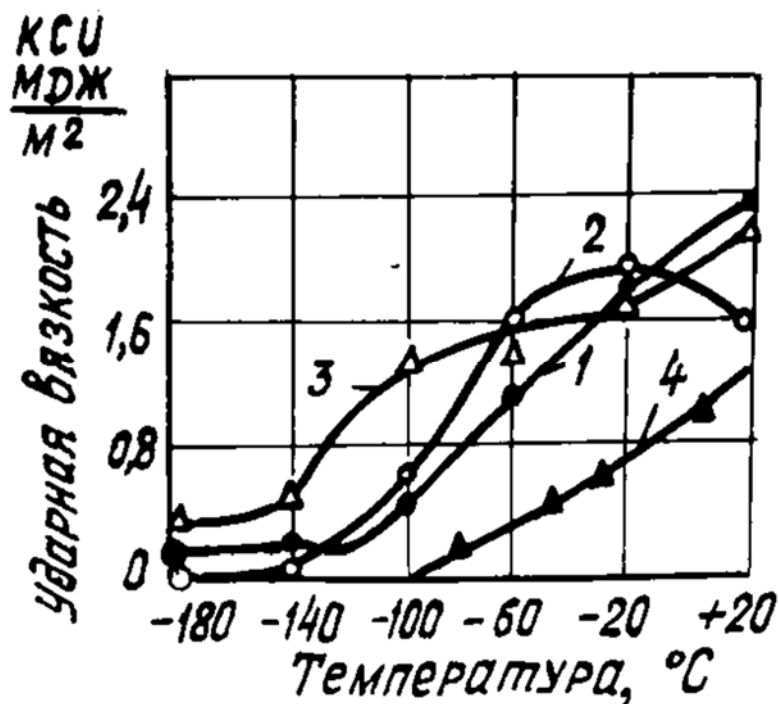


Рис. 4. Влияние содержания никеля на ударную вязкость в зависимости от температуры испытания: 1 – 0,5% Ni; 2 – 2,0% Ni; 3 - 3,5% Ni; 4 – стандартная высокомарганцевая сталь 110Г13Л

При комплексном легировании стали хромом и никелем (в сумме до 7%) прочностные свойства улучшаются, пластические изменяются незначительно, а ударная вязкость снижается во всём интервале температур, хотя порог хладноломкости занимает низкую область температур $-120^{\circ}\dots-140^{\circ}\text{C}$.

Изменение свойств стали при легировании хромом и никелем объясняется структурными изменениями. В структуре высокомарганцевой стали при содержании 1% хрома отчетливо различаются субзёрна, по границам которых и проходит разрушение. Высокомарганцевая сталь, легированная 0,5% никеля, отличается мелкозернистым строением. При комнатной температуре разрушение образцов идёт частично по зерну, при низких температурах – только по границам зёрен. Следы и линии скольжения наблюдаются в легированных сталях при очень низких температурах.

Совместное влияние хрома и никеля до 2% не изменяет структуру стали, до 4% влияние никеля оказывается преобладающим. Упорядоченное расположение субзёрен является особенностью структуры при таком легировании. При суммарном содержании этих элементов до 7% наблюдается чётко выраженная структура, характерная для высокомарганцевой стали, легированной хромом, и междендритная пористость, способствующая разрушению, не позволяют металлу реализовать возможность пластического деформирования.

Исследование различными методами химической неоднородности высокомарганцевой стали показало, что при наличии в стали более 1% хрома границы субзёрен обогащены хромом и марганцем. Микрорентгеноспектральный анализ показал неравномерность распределения марганца в литой структуре и характерную сетку по границам субзёрен, образованную хромом. Никель в стали распределяется равномерно.

Исследование влияния меди на свойства высокомарганцевой стали показало, увеличение содержания меди приводит к повышению прочностных и особенно пластических свойств, а также ударной вязкости (Таблица 2).

Таблица 2

Влияние меди на механические свойства высокомарганцевой стали

Содержание меди, %	Механические свойства				
	σ_B МПа	$\sigma_{0.2}$ МПа	δ %	ψ %	КСУМДж/м ²
0,94	580	420	33,0	30,0	2,8
1,10	660	440	32,0	36,0	2,3
1,70	720	460	30,0	33,0	2,4

Легирование медью значительно уменьшает количество первичных карбидов в литом состоянии и показывает высокие прочностные и пластические свойства стали в литом состоянии до термообработки. Этот важный факт повышения механических свойств в состоянии литья имеет важное значение для предотвращения трещинообразования сложных отливок. Склонность этих сталей к хрупкому разрушению изучалась на высокомарганцевой стали, содержащей от 0,5 до 2,0% меди. Результаты испытаний на ударную вязкость образцов в широком диапазоне температур показывают смещение кривых в область низких температур (рисунок 5).

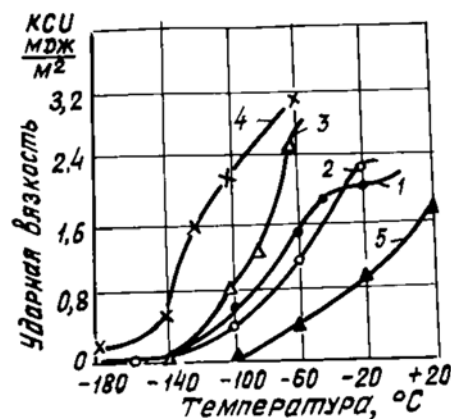


Рис. 5. Влияние содержания меди на ударную вязкость в зависимости от температуры испытания: 1 – 0,5% Cu; 2 – 1,0% Cu; 3 – 1,5% Cu; 4 – 2,0% Cu; 5 – стандартная высокомарганцевая сталь 110Г13Л

При изучении профиля и структуры зоны, прилегающей к излому, в образцах, разрушенных при различных температурах, установлено, что для стали, содержащей 0,5% меди, характерно мелкое зерно. Следы деформации видны в зёрнах образцов, разрушенных даже при -180°C , но разрушение проходит по границам зёрен. С повышением содержания меди в стали до 2,0% плотность линий следов скольжения увеличивается даже в образцах, разрушенных при -180°C , а в областях, прилегающих к поверхности разрушения, полученной при -60°C и -100°C , зёрна вытянуты, что указывает на их высокую пластичность.

Таким образом, оптимальные количества легирующих добавок определены с точки зрения их влияния на механические свойства стали. Установлено смещение порога хладноломкости при легировании хромом, никелем и медью в область более низких температур (до 120°C ... 140°C) вместо -40°C для стандартной высокомарганцевой стали.

Библиографический список

1. Черняк С.С., Кострубова И.И., Ромен Б.М. и др. Патент "Сталь" № 4918830/02/022584/ от 14.03.92

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ВЫСОКОМАРГАНЦЕВЫХ СТАЛЕЙ

И.И. Кострубова - к.т.н., доцент., Л.И. Кравцова к.т.н., - профессор, И.В. Гусейнов - студент группы СМо – 08 -2

В статье рассмотрены результаты испытаний на малогабаритных образцах, которые выполнялись при условиях, моделирующих эксплуатационные. Изучение кинетики износа и результатов интенсивности массового износа показало, что метастабильная сталь 65Г10Х4ДБЛ имеет лучший показатель износостойкости на 25...30% выше, чем классической высокомарганцевой стали. Исследование механизма упрочнения метастабильного хромомарганцевого аустенита в процессе деформации выявило наклеп аустенита и образование мартенсита деформации.

Ключевые слова: Высокомарганцевые аустенитные стабильные и метастабильные стали, износостойкость, механизм изнашивания, наклёп.

Известно, износостойкость материалов зависит от внешнесилового воздействия. Задача состоит в определении такой характеристики свойств или их сочетаний, по которым без испытания можно составить ряд износостойкости по каждому виду изнашивания. Однако это требует обобщения результатов методических исследований, необходимости испытаний на единых испытательных машинах с соблюдением конкретной схемы внешнесилового воздействия (изнашивание при трении качения, скольжения, при ударе, в потоке различных сред).

Метод исследования высокомарганцевых стабильных и метастабильных сталей после различных термообработок был выбран на основании анализа существующих методик фрикционно-износных испытаний в соответствии с представлениями триботехники, теории моделирования, грунтоведения, статистики и материаловедения. Уровень нагружения при испытании подчинили главному условию – сохранению качественных признаков изучаемого вида изнашивания. Решению поставленной задачи предшествовал анализ условий работы активно изнашиваемых элементов узла втулка-палец. Были выявлены определяющие основные и вспомогательные параметры, вычислены масштабные коэффициенты перехода от модели к натуре для каждого параметра. Фрикционно-износные испытания высокомарганцевых стабильных и метастабильных сталей после различных термообработок проводились на установках, имитирующих гидроабразивное и ударно-абразивное изнашивания. Результаты испытаний на гидроабразивное изнашивание представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты сравнительных фрикционно-износных испытаний высокомарганцевых аустенитных сталей, применяемых в паре трения полувтулка – палец

Марка стали	Вид термо-обработки	Относительная износостойкость	Скорость изнашивания мкм/час	Коэффициент трения f	Твердость До и После испытаний Н _v	
110Г13Л	ОТО	1	147	0,31	240	334
	ТЦО	1,14	128	0.26	274	312
110Г13ФЛ	ТЦО	1,16	126	0,25	287	378
65Г10Х4Л	ОТО	1,04	141	0,29	271	322
	ТЦО	1,17	125	0,24	306	368
65Г10Х4ДБЛ	ОТО	1,08	136	0,28	262	363
	ТЦО	1,24	119	0,24	293	371

Изучение кинетики износа показало, что в период приработки износ стали 110Г13Л идет более интенсивно, чем стали 65Г10Х4ДБЛ (рис.1). По результатам интенсивности массового износа составили диаграммы износа. Анализ которых показал, что метастабильная сталь 65Г10Х4ДБЛ имеет лучший показатель износостойкости.

Относительная износостойкость определялась по линейному износу исследуемых образцов и эталона (стали 110Г13Л после традиционной закалки).

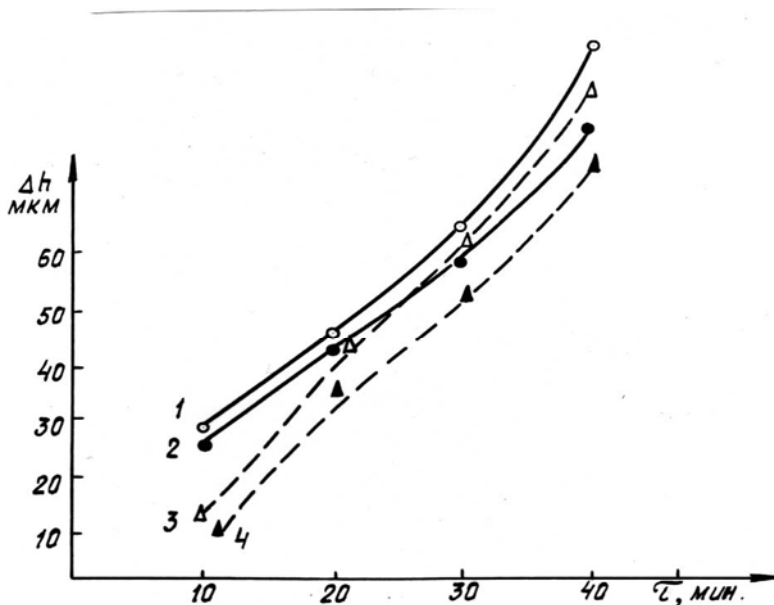


Рис. 1. Кинетика износа высокомарганцевых аустенитных сталей в зависимости от термообработки в течение времени на испытательном стенде
1-сталь 110Г13Л (ОТО); 2 – сталь 110Г13Л (ТЦО);
3 – сталь 65Г10Х4ДБЛ (ОТО); 4 – сталь 65Г10Х4ДБЛ (ТЦО)

Испытания на малогабаритных образцах выполнялись при условиях, моделирующих эксплуатационные. На поверхностях изнашивания после испытаний наблюдалось отделение материала вследствие многократного воздействия при пластическом оттеснении с элементами микрорезания, что свидетельствует о неизменности механизма изнашивания, изученного на промышленных образцах после эксплуатации. По результатам интенсивности линейного износа образцов построены ряды износостойкости испытанных материалов. Выявлено, что наиболее перспективными сталями для разработки распространенных грунтов третьей и четвертой категории трудности являются метастабильные хромомарганцевые стали после термоциклической обработки.

Легирование стали медью, никелем, карбидообразующими элементами в сочетании с термоциклической обработкой дает более эффективное упрочнение. Введение меди и никеля стабилизирует аустенит: мартенсит в оптимальных количествах (15...18%) выделяется только при степенях деформации 20...30%. В результате растянутой кинетики образования мартенсита деформации в сталях 65Г10Х4ДЛ, 65Г10Х4ДБЛ, 65Г10Х4НЛ достигается более высокий комплекс механических свойств по сравнению с метастабильной 65Г10Х4Л и стабильной 110Г13Л.

Основной вид износа определяли, исследуя поверхности изнашивания деталей из сталей 110Г13Л, 65Г10Х4НЛ, 65Г10Х4ДЛ, проработавших в сложных горно-геологических

условиях в течение 1592 часов. Исследование рабочих поверхностей опытных деталей из стали 110Г13Л выявило следы пластической деформации и микрорезания (рис.2). На участке с выкрошенной «рыхлой» поверхностью видны микропоры и микротрещины. Такие нарушения сплошности наблюдали преимущественно в местах расположения включений, являющихся местными концентраторами напряжений в зерне. На поверхности образца разветвленная система микротрещин, которые раскрываются при растяжении и закрываются при сжатии. Таким образом, деформация в цикле фактически складывается из перемещений и поворотов отдельных микроучастков, на которые дробится твердое тело. Локальное развитие процесса разрушения, характерное для третьей заключительной стадии деформации, начинается с поверхности и распространяется вглубь по сечению. Такое глубокое межзеренное разрушение хрупкого характера и показано на рис.2 . Камневидный излом типа скола произошел без заметной пластической деформации.

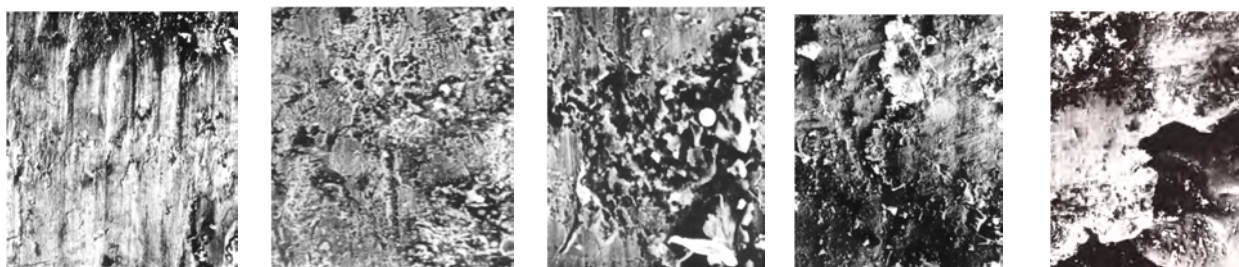


Рис.2. Топография поверхности изнашивания полувтулки. Сталь 110Г13Л. Растровый электронный микроскоп «Tesla BS-300».

Анализ разрушения поверхностных слоев полувтулки из стали 65Г10Х4ДЛ представлен на рис.3. На поверхности изнашивания видны следы микрорезания; возможные места зарождения трещин; сеть микротрещин, образовавшаяся в результате деформации и попадания в нее рабочей среды, вызывает коррозионное растрескивание и последующий отслоя металла; следы наклепа и коррозии, крупный вырыв металла, а также наличие трещины и цепочки микротрещин. Хрупкого разрушения метастабильной аустенитной стали в процессе исследования рабочих поверхностей обнаружено не было.

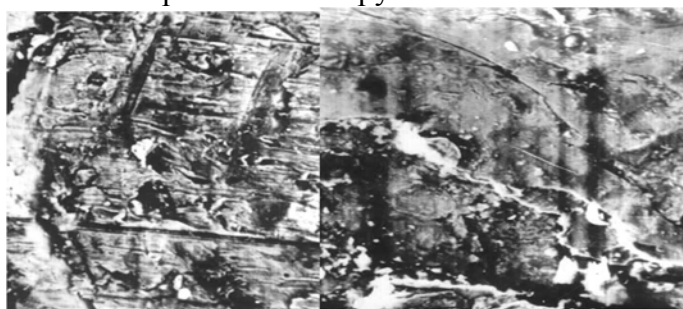


Рис.3. Топография поверхности изнашивания полувтулки дражного черпака Сталь 65Г10Х4ДЛ. Растровый электронный микроскоп «Tesla BS-300»

В период работы происходит перераспределение легирующих элементов, наклеп металла в результате многократной упругопластической деформации, образование оксидных пленок, структурные и фазовые превращения. Это обуславливает формирование структур с отличающимися от исходных физико-химическими свойствами. Кроме того, в слоях металла, участвующих в трении, возникает сложное поле напряжений, так как основная часть работы внешних сил при относительном скольжении сопряженных поверхностей затрачивается на поглощении энергии материалом этих слоев. При этом напряженно-деформированное состояние имеет свои особенности. Максимальные напряжения при

трении возникают в микрообъемах поверхностного слоя, в отличие от объемного напряженно-деформированного состояния. Дискретность контакта, циклическое изменение знака напряжений в каждом микрообъеме при трении создают условия для проявления эффекта Баушингера. Увеличение дефектности структуры является особенностью механизма пластической деформации. В механизме разрушения поверхностных слоев при трении первична упругопластическая деформация. Сильная пластическая деформация в образцах из стали 65Г10Х4ДЛ вызывает образование мартенсита деформации, что является дополнительным упрочняющим фактором.

- Анализ результатов фрикционно-износных испытаний образцов из исследуемых сталей на установках, имитирующих гидро-абразивное, ударно-абразивное и абразивное изнашивание и показал, что износостойкость высокомарганцевых сталей со структурой метастабильного легированного аустенита (65Г10Х4ДБЛ) при многократном контактно-ударном нагружении на 35...50% выше износостойкости высокомарганцевых сталей обычного состава.

- Изучение кинетики образования мартенсита деформации метастабильных сталей выявило положительное влияние меди и никеля на ее интенсивность.

- Повышение износостойкости исследуемых сталей, легированных карбидообразующими элементами (ванадием и ниобием) зафиксировано на 25...30%.

- Исследование механизма упрочнения метастабильного хромомарганцевого аустенита в процессе деформации выявило наклеп аустенита и образование мартенсита деформации.

Библиографический список

1. Черняк С.С., Кострубова И.И., Ромен Б.М. и др. Патент “ Сталь” № 4918830/02/022584/ от 14.03.92

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИНТЕРАКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА «ТЕОРИИ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ».

П.В. Королев - к.т.н., доцент кафедры КСМ, И.В. Фокин - студент группы СМ-10-2.

С целью подготовки нестандартно мыслящих личностей, обучения студентов самостоятельно работать с большим объемом учебной и научной информации, умении перерабатывать его и кратко излагать с помощью текстовых материалов, схем, рисунков и фотографий были разработаны и апробированы инновационные формы и интерактивные методы педагогической деятельности на примере изучения курса «Теории машин и механизмов». Реализация предложенных технологий и методов обучения могут быть использованы преподавателями других дисциплин с целью подготовки из обычного студенческого коллектива нестандартно мыслящих творческих личностей, готовых развивать свою творческую активность как специалистов с техническим мышлением и желанием конструировать, оценивать, рационализировать технику и технологию.

Ключевые слова: инновационные технологии обучения, интерактивные методы, нестандартно мыслящие творческие личности.

Теория машин и механизмов (ТММ) — это научная дисциплина об общих методах исследования, построения, кинематики, динамики машин и механизмов и о научных основах их проектирования.

ТММ решает следующие задачи:

- анализ механизмов, то есть описание движения, кинематический и динамический анализ существующих и разрабатываемых механизмов,
- синтез механизмов, то есть проектирование структуры и геометрии механизмов на основе заданных кинематических и динамических характеристик,
- задачи теории машин-автоматов, рассматривающей вопросы построения схем автоматических машин, исходя из условий согласованной работы отдельных механизмов, и достижения оптимальной продуктивности, точности и надёжности машин-автоматов.

Перечень решаемых задач, показывает, что данный курс является достаточно объемным и очень сложным для понимания студентами.

Поэтому на кафедре КСМ ИрГТУ была выбрана следующая тема совместного со студентами исследования: **«Применение инновационных технологий и интерактивных методов обучения при изучении курса «Теории машин и механизмов»** на базе разработки презентации курса лекций по предмету «ТММ».

Актуальность темы исследования вызвана тем, что в ИрГТУ имеются необходимые для презентаций учебные аудитории и электронное оборудование, а у студентов имеются переносные и стационарные компьютеры, на которых можно в любой момент открыть презентации для самостоятельного изучения курса. Кроме того, презентации курса лекций снабжены дополнительными материалами, а именно: текстовыми файлами с подробным изложением теоретического материала, видеофильмами по каждой теме, подробными фотографиями.

Научной новизной данного исследования являются собранные вместе презентации курса лекций, подробные учебные текстовые файлы, видеофильмы, фотографии.

Цель исследования: научить студентов самостоятельно работать с большим объемом учебной и научной информации, умении перерабатывать его и кратко излагать в виде текстовых материалов, схем, рисунков и фотографий.

Объект исследования - учебный процесс изучения курса «Теория механизмов и машин».

Предмет исследования - формы и методы педагогической деятельности, влияющие на качество процесса обучения.

Теоретическая значимость исследования - развитие самостоятельного мышления студентов.

Практическая значимость исследования – возможность использования разработанных методических материалов другими преподавателями для обучения последующих поколений студентов.

Предполагаемые формы внедрения ожидаемых результатов – разработанные методические материалы будут использоваться другими преподавателями кафедры при изучении студентами дисциплины «Теория механизмов и машин».

В ИрГТУ преподаватель обычно устно излагает учебный материал на лекции, то есть использует словесные методы обучения. Не умаляя положительные стороны традиционной лекции, можно в тоже время назвать и известные недостатки: студент пассивно воспринимает чужое мнение и не стремится к самостоятельному изучению предмета, а часть студентов успевает только записать слова преподавателя, не осмысливая их.

Мы ни в коем случае не призываем отказаться от лекции, а предлагаем использовать на лекции проверенные нами инновационные технологии и интерактивные методы обучения, которые не являются истиной в последней инстанции.

Тридцатилетний опыт преподавания в ИрГТУ и неоднократные курсы повышения квалификации позволили ознакомиться с более чем 200-стами нетрадиционными методами чтения лекций, а некоторые из этих методик опробовать на практике (например, проблемные лекции). В этом случае преподаватель не обучает студентов, а стимулирует и координирует их деятельность. Но многое зависит от преподавателя: как он использует те или иные методы обучения, делает их активными или пассивными, эффективными или неэффективными, обеспечивая качество обучения студентов путем: восприятия + осмысления + запоминания + применения + проверки на практике.

Считаем, что одной из главнейших задач преподавателя университета является подготовка нестандартно мыслящих творческих личностей [1].

Следует особо отметить, что в ИрГТУ предмет ТММ изучают студенты разных по своей профессиональной (образовательной) подготовке групп. Поэтому, если в группе преобладают студенты с низкой профессиональной подготовкой, то преподаватель должен учитывать это, задания студентам должны быть им по силам, чтобы не отбивать охоту к обучению, а стимулировать их профессиональный рост, который должен контролироваться не только в конце семестра (экзамен, зачет), но и в течении всего семестра (интернет-тренажеры по подготовке к интернет-тестированию).

Учитывая сказанное выше, студентам трех групп одного потока было сделано предложение, а именно: выполнить исследовательскую работу по созданию презентации лекций по ТММ. Техзадание на исследовательскую работу выглядело следующим образом:

Техническое задание на создание презентации по дисциплине ТММ.

Сроки окончательного представления всех разделов презентации: 9 декабря 2011 г.

Отчет о выполнении этапов работы: еженедельный (личные встречи или представление материалов, выполненных за текущую неделю по электронной почте).

Перечень тем презентации: в соответствии с содержанием разделов дисциплины. (Приложение 1).

По каждому разделу готовится отдельная презентация. Основной учебник по ТММ: Артоболовский И.И. ТММ.

Дополнительная литература используется для подготовки разделов: история развития ТММ, колебания, вибрации, вибрационные транспортеры, гашение колебаний, динамика приводов, электро-, пневмо-, гидропривод, выбор типа приводов, основы виброзащиты машин, промышленные роботы и манипуляторы. Содержание презентации: краткие текстовые материалы (определения, алгоритмы, краткие пояснения к схемам, формулы), схемы, рисунки, фото, видеоматериалы.

Приводимые примеры, фото, фильмы должны освещать следующие виды промышленности: авиация, транспорт (автомобильный), строительно-дорожные машины, машиностроение (станки, роботы).

Отдельным файлом прилагаются фильмы по каждому разделу.

Отдельным файлом прилагаются текстовые материалы для самостоятельного изучения студентами соответствующего раздела (более подробное изложение теории каждого раздела).

Список студентов, с указанием выполняемых разделов презентации, представляется Заказчику не позднее 30 сентября 2011 г. (Приложение 2).

Техническое задание выдал: _____ П.В. Королев

Дата выдачи:

Техническое задание принял: _____

Дата получения: _____ (Подпись, ФИО, группа)

Приложение 1
к техзаданию по созданию
презентации лекций по ТММ.

Содержание разделов дисциплины ТММ и трудоемкость выполнения каждого раздела.

1. Основные понятия теории механизмов и машин: трудоемкость 2 часа.

История развития ТММ, вопросы, которые изучает дисциплина ТММ, понятия: машина, механизм, звено, узел, деталь, кинематическая пара.

2. Основные виды механизмов: 0,5 часа.

Плоские и пространственные механизмы, степень подвижности плоских и пространственных механизмов.

3. Структурный анализ и синтез механизмов: 4 часа.

Классификация кинематических пар, пассивные связи, лишние степени свободы, замена высших кинематических пар на низшие, принцип образования плоских механизмов по Ассуре, классификация групп Ассуре, алгоритм структурного анализа механизма.

4. Кинематический анализ и синтез механизмов: 4 часа.

Цель и задачи кинематического анализа механизма, понятие масштаба в ТММ, масштабный коэффициент, графическое дифференцирование и интегрирование, графические, аналитические и графо-аналитические методы определения скоростей и ускорений звеньев механизма.

5. Кинетостатический анализ механизмов: 4 часа.

Цель кинетостатического анализа механизма, классификация сил, действующих на звенья механизма, методы силового расчета механизма, порядок силового расчета механизма,

порядок силового расчета групп Ассура, порядок силового расчета ведущего звена,

теорема о жестком рычаге Жуковского, статическое уравнивание вращающихся масс.

6. Динамический анализ и синтез механизмов: 4 часа.

Цель динамического анализа механизма, тахограмма механизма, коэффициент неравномерности хода механизма, понятие приведенной массы и приведенной силы, диаграмма Виттенбауэра, определение момента инерции маховика по диаграмме Виттенбауэра.

7. Колебания в механизмах: 1 час.

Классификация, характеристики, роль в технике.

8. Линейные уравнения движения в механизмах: 0,5 часа.

Постановка задачи о движении машинного агрегата под действием заданных сил.

9. Нелинейные уравнения движения в механизмах: 0,5 часа.

Постановка задачи, методы решения.

10. Колебания в рычажных и кулачковых механизмах: 1 час.

Причины возникновения колебаний, методы устранения и гашения колебаний.

11. Вибрационные транспортеры: 0,5 часа.

Классификация, принцип действия, области применения.

12. Вибрация, основы виброзащиты машин: 1 час.

Полезная вибрация, вредная вибрация, применение вибрации в технике, методы гашения колебаний.

13. Динамическое гашение колебаний: 0,5 часа.

Методы гашения колебаний, области применения.

14. Динамика приводов: 0,5 часа.

Классификация, области применения.

15. Электропривод механизмов: 0,5 часа

Классификация, области применения.

16. Гидропривод механизмов: 0,5 часа.

Классификация, области применения.

17. Пневмопривод механизмов: 0,5 часа.

Классификация, области применения.

18. Выбор типа приводов: 0,5 часа.

Сравнительные характеристики типов приводов.

19. Синтез рычажных механизмов: 1 час.

Задачи синтеза, теорема Робертса-Чебышева.

20. Методы оптимизации в синтезе механизмов с применением ЭВМ: 1 час.

Применение теории планирования эксперимента.

21. Синтез механизмов по методу приближения функций: 1 час.

Теория функций, наименее отклоняющихся от нуля, и применение ее в области синтеза, направляющих механизмов (метод П.Л. Чебышева), синтез механизмов, приближенно воспроизводящих движение звена с постоянной скоростью.

22. Виды передаточных механизмов и их характеристики: 2 часа.

Классификация механизмов передач, зубчатые механизмы, классификация зубчатых механизмов, классификация зубчатых передач по характеристике передаточного отношения,

зубчатые передачи с параллельными осями, зубчатые передачи с пересекающимися осями,

зубчатые передачи со скрещивающимися осями, механизмы с гибкими звеньями,

фрикционные механизмы, определение передаточных отношений редукторов

23. Синтез передаточных механизмов: 1 часа.

24. Эвольвентное зацепление: 4 часа.

Основная теорема зацепления, требования предъявляемые к профилям зубьев зубчатых колес, основные размеры нулевых зубчатых колес, эвольвента окружности и ее свойства, образование эвольвенты окружности, ненулевые зубчатые колеса, корригирование зубчатых колес эвольвентного зацепления, методы выбора коэффициентов смещения инструментальной рейки, подрезание зубьев эвольвентного профиля, качественные показатели зацепления, коэффициент перекрытия.

25. Определение основных размеров зубчатой передачи: 1 час.

Расчет и построение профиля зубьев нормальных зубчатых колес эвольвентного профиля,

определение размеров корригированных зубчатых колес эвольвентного зацепления.

26. Синтез по положениям звеньев: 1 час.

Области применения, выбор типа механизма и его размеров.

27. Синтез направляющих механизмов: 1 час.

Области применения, выбор типа механизма и его размеров.

28. Проектирование кинематических схем рычажных механизмов: 2 часа.

Проектирование четырехшарнирных механизмов по некоторым заданным условиям,

углы передачи в шарнирных механизмах и влияние их на условия проворачиваемости механизмов, способы преобразования механизмов на примерах четырехзвенных механизмов с низшими парами, применение метода приближения функций к задачам синтеза механизмов.

29. Статическая характеристика машинного агрегата и устойчивость его движения: 2 часа.

Задача о движении машинного агрегата под действием заданных сил, установившееся равновесное движение машинного агрегата и определение его скорости по механическим характеристикам, установившееся неравновесное движение машин и расчет маховиков,

дифференциальное уравнение движения машины в обобщенных координатах,

регулирование скорости машины при разных нагрузках.

30. Силовой расчет механизма с учетом трения: 2 часа.

Задачи кинестатики механизмов, кинестатика групп Ассур второго класса, кинестатический расчет ведущего звена, вспомогательный рычаг Н.Е.

Жуковского,

виды трения, трение в поступательной паре, трение во вращательной паре,

трение качения, особенности силового расчета с учетом сил трения.

31. Планетарные зубчатые механизмы и методы их кинематического анализа: 2 часа.

Эпициклические передачи (планетарные и дифференциальные), значение планетарных механизмов и их классификация, аналитический метод кинематического исследования планетарных механизмов, графический метод кинематического исследования планетарных механизмов.

32. Кулачковые механизмы: 4 часа.

Классификация кулачковых механизмов, кинематический анализ кулачковых механизмов,

кинематический синтез кулачковых механизмов, проектирование кулачковых механизмов наименьших размеров.

33. Статическое и динамическое уравнивание механизмов и роторов: 2 часа.

Задачи уравнивания механизмов, условия уравниваемости вращающейся вокруг неподвижной оси массы и системы масс, уравнивание вращающихся масс, расположенных в одной плоскости, уравнивание вращающихся масс в общем случае, статическая и динамическая балансировка вращающихся масс, статическое уравнивание механизмов, уравнивание механизмов многоцилиндровых двигателей.

34. Промышленные роботы и манипуляторы: 1 час.

Классификация и области применения роботов и манипуляторов, кинематические схемы роботов и манипуляторов, определение степени подвижности.

Из трех групп, изъявили желание выполнить исследовательскую работу только 15% студентов. Студенты самостоятельно выбрали себе руководителя, распределили между собой все разделы курса ТММ и точно в срок выполнили весь объем исследовательской работы. По окончании работы на весь студенческий коллектив было подготовлено следующее ПРЕДСТАВЛЕНИЕ:

Директору института авиационного машиностроения и транспорта ИрГТУ
Ахатову Р.Х.

Копия: заведующему кафедрой Самолетостроение и эксплуатация
авиационной техники проф. Гусеву И.Н.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ

Прошу Вас объявить **благодарность** с занесением в личное дело студентам института авиационного машиностроения и транспорта, которые с 20.09. по 09.12. 2011 года подготовили качественную электронную презентацию курса лекций по такому сложному предмету, как «Теория механизмов и машин». Отдельным файлом подготовлен подробный справочный и учебный материал, а также подобрана большая коллекция учебных и познавательных фильмов.

За два с половиной месяца студенты самоорганизовались, выдвинули своего руководителя работ, распределили этапы работ, достаточно жестко спрашивали с тех студентов, кто задерживал выполнение своего участка презентации.

На завершающем этапе студенты **самостоятельно** оценили объем и качество работы каждого сотрудника группы и каждому присвоили соответствующую должность, а именно:

1. Фокин И.В. (СМ-10-2) – Генеральный директор.
2. Туранов И.В. (СМ-10-2) – Зам. Генерального директора.
3. Пуденков Н.М. (СМ-10-2) – Исполнительный директор.
4. Цыганов И.В. (СМ-10-2) – Главный конструктор.
5. Полетаев М.А. (СМ-10-2) – Начальник цеха.
6. Ярошенко И.В. (СМ-10-2) – Начальник цеха.
7. Романович Т.С. (ЭЛ-10-1) – Начальник цеха.
8. Агеев А.Д. (СМ-10-2) – Начальник отдела.
9. Шибанов В.В. (СМ-10-2) – Начальник отдела.
10. Наумов А.А. (СМ-10-2) – Начальник отдела.
11. Никитин В.В. (СМ-10-2) – Начальник отдела.
12. Пономарева О.А. (СМ-10-2) – Зам. конструктора.
13. Перевозников Е.А. (СМ-10-2) – Зам. конструктора.

Прошу Вас использовать вышеперечисленных студентов для привлечения к научной работе на выпускающей кафедре.

Зав. кафедрой КСМ, д.т.н., проф. _____ Н.К. Кузнецов

Доцент кафедры КСМ, к.т.н. _____ П.В. Королев

12.12.2011 г.

Через месяц после окончания работы, в январе 2012 года с одного из крупных лесопромышленных предприятий Иркутска поступил срочный заказ на выполнение конструкторской документации на автоматическую линию по сортировке лесоматериалов. Руководитель студенческой группы совместно с несколькими товарищами отлично выполнил задание и получил благодарственное письмо от руководителя предприятия.

Однако, желание этого студенческого коллектива приложить свои силы для работы по профильной специальности (самолето- и вертолетостроение) пока не находят поддержки у руководства института.

Вывод: на примере преподавания сложной дисциплины, такой как ТММ, была показана возможность подготовки из обычного студенческого коллектива нестандартно мыслящих творческих личностей, готовых развивать свою творческую активность как специалистов с техническим мышлением и желанием конструировать, оценивать, рационализировать технику и технологию. Решение этих проблем во многом зависит от содержания и технологии обучения будущих специалистов по всей цепочке обучения, а не только по отдельным предметам.

Библиографический список

1. Королев П.В., Щербак В.П. Инновационная деятельность в Иркутской области. В кн.: Проблемы подготовки кадров для инновационной экономики. Материалы Китайско-Российско-Монгольского Форума инновационного образования 21-24 июня 2010 г. – Хух-Хото, КНР, 2010, с. 53-56.

ИССЛЕДОВАНИЯ ШЛАНГОВОГО КЛАПАНА НА ЭТАПЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Е.С. Попова, аспирант кафедры ОиАМ, Нгуен Ван Дык - студент группы АМ-07-1

В статье отображены результаты исследования одной из новых схем трубопроводной арматуры. Приведена схема шлангового клапана и построенная на её основе твердотельная модель. Проведен анализ шлангового клапана в программном комплексе продуктов MSC.Patran/Marc. Подтверждена работоспособность предложенной схемы.

Ключевые слова: трубопроводная арматура, эластичные материалы, запорное устройство, модель, результаты инженерного анализа.

В последние десятилетия при разработке новых схем разработчики трубопроводной арматуры всё большее внимание уделяют использованию эластичных материалов и оболочек взамен традиционно жёстких элементов конструкций [1-5].

К настоящему времени создан значительный банк вариантов таких конструкций: клапанов, запорных и других устройств трубопроводной арматуры. Анализ информации по применению эластичных оболочечных материалов в трубопроводной арматуре показал, что предлагаемые изделия зачастую обладают принципиальной новизной, дешевле и могут иметь заметные эксплуатационные преимущества.

Функции запорного и силового органа в устройствах, выполненных с использованием эластичных оболочек, зачастую могут быть совмещены. Их приводы могут работать от внешних источников энергии или использовать энергию и давление транспортируемого продукта.

Предлагаемые варианты схем могут быть использованы для регулирования расхода и давления, выступать в роли отсечных или обратных клапанов, а также перекрытия трубопроводов различного назначения, по которым транспортируется жидкая среда или газ.

Например, шланговые клапаны [3] конструктивно представлены цилиндрическим корпусом 1 (рисунок 1,2), в котором установлен с заделкой по концам на всю длину корпуса 1 проходной шланг 2. Запорный орган в виде глухого пережимного шланга 3 с большим диаметром, чем шланг 2 установлен под углом к оси корпуса 1 в расширении корпуса. При этом жесткость шланга 3 превышает жесткость шланга 2. Вход 4 шлангового клапана соединён патрубком 5 через трёхходовой кран 6 с шлангом 3, а выход 7 шлангового клапана соединён патрубком 8 через кран 6 с тем же пережимным шлангом 3. В патрубке 8 установлен регулируемый обратный клапан 9.

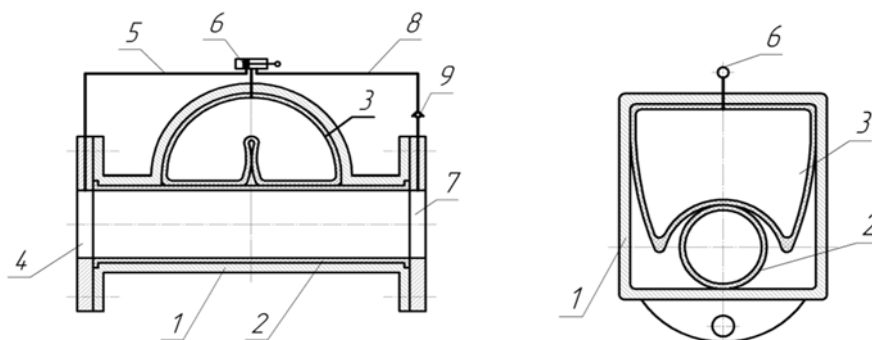


Рис. 1. Клапан в открытом состоянии

На рисунке 1 показан клапан в открытом положении, поэтому рабочая среда может проходить через него беспрепятственно. Закрытие клапана производится с помощью крана 6, который подключает глухой шланг 3 к входу клапана 4. Жидкость от входа 4 через патрубок 5 и кран 6 поступает в полость шланга 3. При выравнивании давления в полостях шлангов 2 и 3 шланг 3 расправляется и пережимает шланг 2. Рабочий проход клапана перекрывается (рисунок 2). На выходе клапана 7 и примыкающем к нему трубопроводе падает давление. Открытие клапана производится краном 6, который полость шланга 3 с помощью патрубка 8 подключает к выходу клапана 7, т. е. к пустой трубе (или с более низким давлением). Жидкость под давлением шланга 2 выливается из шланга 3 в пустой трубопровод, открывая проходное сечение. Для исключения самопроизвольного закрытия проходного сечения при выравнивании давления на входе и выходе шлангового клапана в патрубке 8 установлен обратный клапан 9.

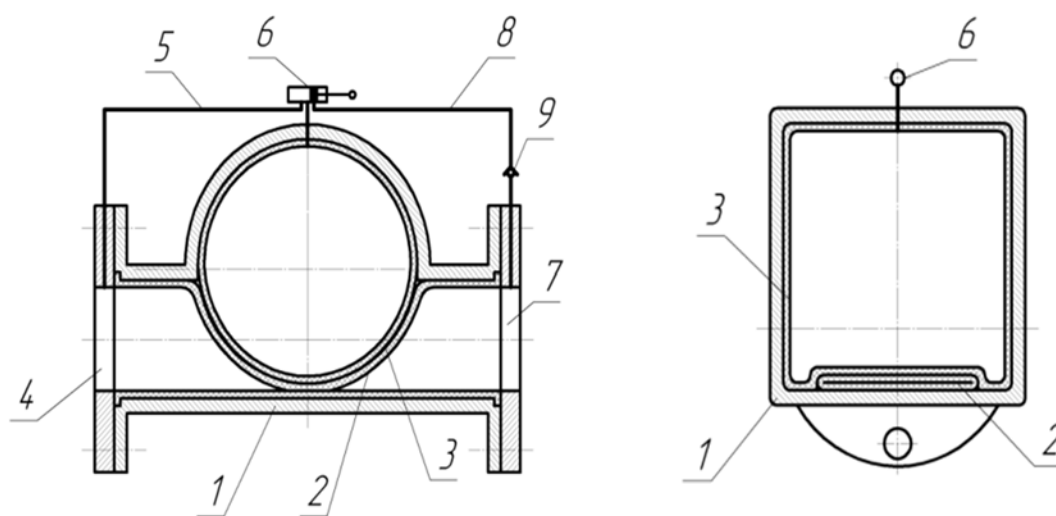


Рис. 2. Клапан в закрытом состоянии

На основе данных патента [3] была создана геометрическая модель запорного устройства, состоящая из металлического корпуса (рисунок 4), эластичной емкости и шланга (рисунок 3). Причем диаметр эластичной емкости должен быть больше диаметра проходного шланга. Построение модели было выполнено в программном комплексе продуктов MSC.Patran/Marc.

По результатам моделирования необходимо было проверить работоспособность предложенной схемы, исследовать и определить оптимальное соотношение конструктивных размеров диаметров проходного и запорного шлангов из эластичного материала.

Для проведения исследований необходимо было задать свойства материалов, нагрузки и установить необходимые ограничения.

Рабочее давление среды до 10 атмосфер, критическое до 16 атмосфер.

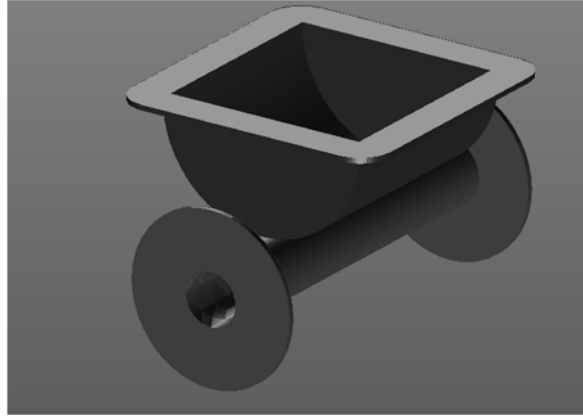


Рис. 3. Эластичная конструкция устройства

Для эластичной части был взят материал с нелинейными свойствами толщиной 5 мм.

После этого перешли к нагрузкам, включающим закрепление, давление и контакт. Закрепления установили с обоих концов проходного шланга и крышки эластичной емкости.

Модуль MSC.Marc позволяет моделировать контакт. При этом могут быть определены два типа тел: абсолютно жесткое тело, деформируемое тело. В роли деформируемого тела выступает эластичная часть конструкции, а в роли жесткого – корпус клапана. На рисунке 4 показана подготовленная для исследований в MSC.Marc модель шлангового клапана с нагрузками и ограничениями.

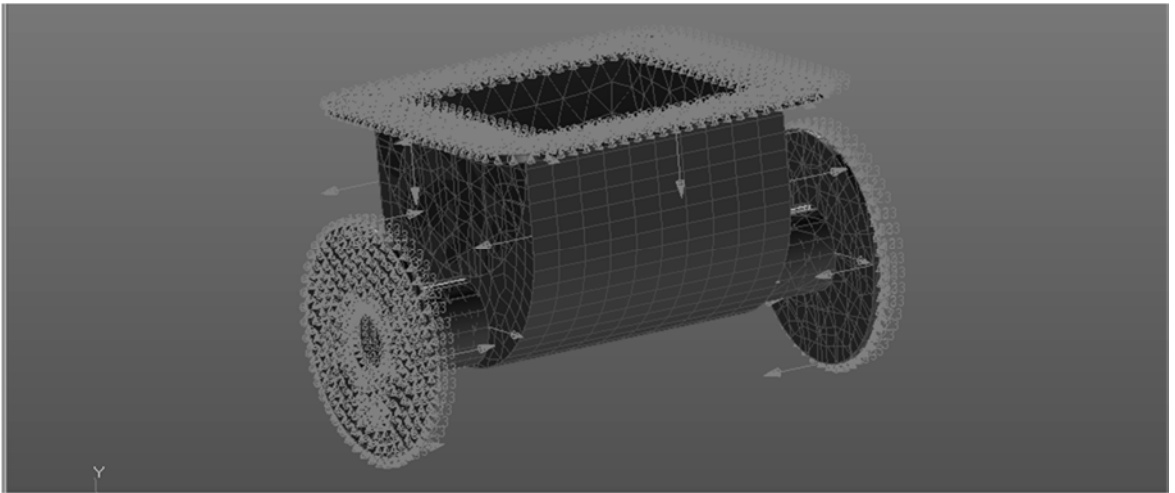


Рис. 4. Подготовленная модель устройства для исследований

На рисунке 5 показан результат вычислений, из которых следует, что проходной шланг при равенстве давлений в трубопроводе и эластичной емкости закрывается полностью за счет большей деформации емкости, тем самым перекрывая поток рабочей среды. Следовательно, выбранные диаметры обеспечивают работоспособность конструкции и близки к оптимальным значениям. При назначенной толщине эластичных органов (5 мм) рассчитанные напряжения не превышают допустимых.

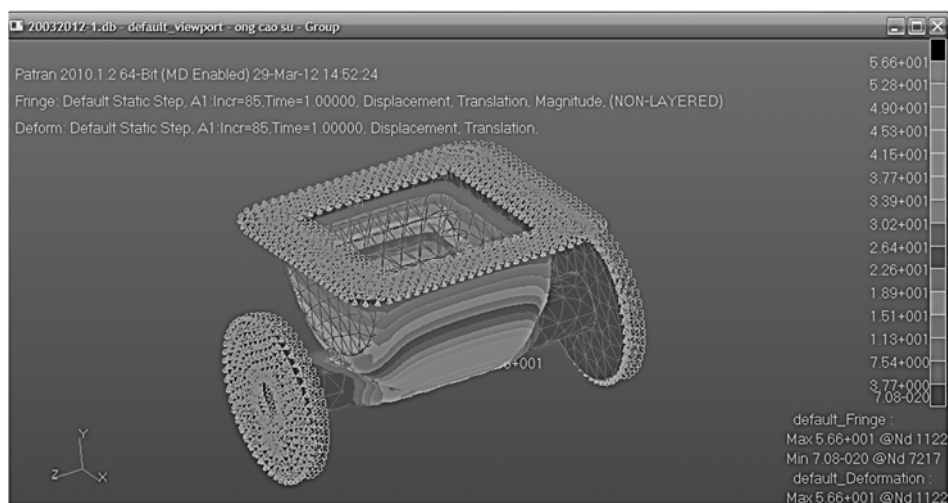


Рис. 5. Расположение эластичных элементов при закрытии клапана

Таким образом, предлагаемое устройство позволяет использовать энергию и давление транспортируемого продукта для переключения, исключая использование каких-либо механических систем и, соответственно, необходимость изготовления сложных дорогостоящих деталей, что повышает надёжность, уменьшает металлоёмкость и габариты, облегчает использование устройств в трубопроводах больших диаметров, упрощает их обслуживание и эксплуатацию.

Библиографический список

1. Кольцов В.П., Чупин В.Р. Торговые технологии в трубопроводной арматуре // Торговые технологии: Материалы докл. Междунар. науч.-практ. конф. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2004. – С. 88-91.
2. Кольцов В.П., Куницын А.Г. Эластичные оболочки в трубопроводной арматуре// Торговые технологии: Материалы докл. 3-й Междунар. науч.-практ. конф. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2007. – С. 90-97.
3. Патент № 2299373, Российская Федерация, МКИ³ кл. F16K 7/07, 27/00. Шланговый клапан (варианты) / В.П. Кольцов, С.Н. Евстафьев, И.Г. Майзель, В.Р. Чупин; опубл. 20.05.2007, Бюл. № 14. – 14 с.
4. Патент № 2309318, Российская Федерация, МКИ³ кл. F16K 7/07, 31/365. Шланговый клапан / В.П. Кольцов, А.Г. Куницын; опубл. 20.05.2007. Бюл. № 14. – 14 с.
5. Патент № 2299374, Российская Федерация, МКИ³ кл. F16K 7/07, 27/00 . Шланговый клапан / В.П. Кольцов, М.В. Рукавишников; опубл. 20.05.2007. Бюл. № 14. – 6 с.
6. Гуревич Д.Ф. Конструирование и расчет трубопроводной арматуры, изд-во «Машиностроение», 1986г., 888 стр. Табл.159. Илл.540. Библ.20 назв.
7. Лепетов В.А. Резиновые технические изделия. Л.: Химия, 1959. – 448с.
8. Справочное руководство по MSC. Patran, MCS.Software, 2008.
9. Справочное руководство по MSC.Marc, MCS.Software, 2008.

УДК 621.315.145

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ АЛИТИРОВАННЫХ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

П.С.Орлов - д.т.н, И.М. Соцкая. - к.т.н.

ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», Ярославль

Алитуемые стали, обладая высокой прочностью, надежно защищены от коррозии тонкой, прочной и химически стойкой пленкой окиси алюминия. При термоциклировании стали в интервале температур (550 - 900) °С в процессе фазовых α -Fe - γ -Fe и γ -Fe - α -Fe переходов в ограниченных объемах металл в результате перестройки кристаллической решетки оказывается в псевдожидком состоянии. И при нагревании и при охлаждении перемещающаяся, в результате фазового переноса волна псевдорасплава переносит с собой вглубь металла все примеси, в том числе и легирующие атомы к сердцевине детали, как при зонной плавке, облегчая проникновение легирующих атомов в псевдожидкий металл и обеспечивая интенсификацию процесса.

Нагретая поверхность стали со следами оксида железа восстанавливается жидким алюминием (первая стадия самораспространяющегося высокотемпературного синтеза). Окись алюминия всплывает и растворяется в расплаве флюса. Восстановленное железо вступает в реакцию с алюминием с образованием интерметаллидного соединения Fe_xAl_y (вторая стадия самораспространяющегося высокотемпературного синтеза). Конечный продукт химических реакций - переходный слой (диффузионная зона) между алюминием и железом толщиной 0,02 – 0,03 мм при одном цикле нагрев – охлаждение. Вследствие интенсивного протекания алюмотермической реакции, очищающей поверхность стали перед последующим алитированием, достигается высокая чистота поверхности конструкции.

Ключевые слова: алитирование стали, фазовый перенос при термоциклировании, самораспространяющийся высокотемпературный синтез.

Строительство, реконструкция, восстановление и ремонт металлоконструкций, линий электропередач, распределительных устройств и трансформаторных подстанций и электроконтактной сети железных дорог всегда остро ставит вопрос повышения надежности электроснабжения при снижении затрат на обслуживание электроустановок. Повышение надежности и долговечности линий электропередач позволит ожидать снижения капитальных затрат на сооружение и реконструкцию, а также эксплуатационные расходы на содержание систем электроснабжения потребителей.

В условиях экономического кризиса для обеспечения конкурентоспособности предприятий особенно актуальны вопросы повышения качества, надежности и долговечности эксплуатации воздушных линий электропередач и эффективности их работы, чего невозможно достичь без экономии металла, высокой коррозионной стойкости несущих металлоконструкций. Существующие цинковые покрытия стальных конструкций, предназначенные для защиты черных металлов от коррозии, с течением времени на воздухе окисляются, теряют свою прочность, удаляются с поверхности конструкции, что ведет к коррозии стали и потере ею несущей способности.

Алитуемые стали, обладая высокой прочностью, надежно защищены от коррозии тонкой, прочной и химически стойкой пленкой окиси алюминия. Алюминированная жечь хорошо заменяет луженую, так как продукты коррозии алюминия нетоксичны. Стоимость олова составляет 50 – 60 % всех расходов по лужению жести, в то время как стоимость алюминия составляет всего 10 – 15 % от расходов на алитирование. Стоимость алюминированной в вакууме жести на 15 – 20 % ниже себестоимости луженой

жести. Покрытие, выдерживает до 20 знакопеременных изгибов и может прокатываться со степенью пластической деформации 90 %. Наиболее эффективен способ нанесения алюминиевого покрытия на поверхность стали алитированием в ваннах с расплавленным алюминием при температуре 700 – 850 °С. Но этот метод характеризуется достаточно малой толщиной диффузионного слоя, не превышающей 0,35 мм за время экспозиции $\tau = 60$ минут, что дорого и низкопроизводительно [1].

В целях повышения надежности и долговечности сталеалюминиевых конструкций авторы предлагают алитировать сталь за 1–3 цикла, каждый из которых состоит из операций разогрева поверхности металла до температуры 900° С в защитной атмосфере на глубину проникновения алюминия в сталь, погружением конструкции в ванну с расплавленным алюминием с последующим интенсивным охлаждением до температуры 550° С после обработки алюминиевым расплавом, а для предотвращения окисления расплава алюминия, процесс нагрева осуществляют под слоем флюса, а процесс охлаждения – в защитной атмосфере..

В большинстве случаев в армированных алюминиевых конструкциях связь между несущим стальным вкладышем и алюминием чисто механическая. Осуществляется она за счет сжимающего усилия затвердевающего алюминия (когда стальной вкладыш заливается алюминиевым расплавом), либо за счет усилия запрессовки (при запрессовке стального вкладыша в изготовленную деталь). Для повышения прочности сцепления на стальном сердечнике выполняют различного рода выступы, впадины, пазы или увеличивают шероховатость поверхности стальной детали струйной обработкой, накаткой или насечкой. Однако во всех случаях на границе контакта двух сплавов (алюминиевого и железоуглеродистого) имеются пленки оксидов и воздушный зазор, которые резко снижают качество покрытия. Трудность получения плотного биметаллического контакта заключается в большом сродстве алюминия с кислородом и в значительной прочности оксида алюминия Al_2O_3 . Алюминиевый расплав находящийся под слоем оксида алюминия, препятствует смачиванию стали, а быстрое затвердевание пограничного слоя не даёт возможности удалить его ни с помощью оксидорастворяющих флюсов, ни другими методами.

Получение технического результата достигнуто при использовании уникальных свойств алитированных сталей с применением прогрессивного способа получения биметаллических конструкций, в результате которого образуется переходный слой – диффузионная зона, обладающая хорошим контактом стали вначале с алюминиевым расплавом, а затем и с затвердевшим алюминием.

Известно, что при термоциклировании стали в интервале температур (550 – 900) °С в процессе фазовых α -Fe – γ -Fe и γ -Fe – α -Fe переходов в ограниченных объемах металл в результате перестройки кристаллической решетки, оказывается в псевдожидком состоянии. И при нагревании и при охлаждении перемещающаяся, в результате фазового переноса волна псевдорасплава, переносит с собой вглубь металла все примеси, в том числе и легирующие атомы к сердцевине детали. При «кристаллизации» псевдорасплава в первую очередь кристаллизуется железо, а примесь, переносится псевдожидким железом вглубь детали как при зонной плавке. Процесс полиморфного превращения облегчает проникновение легирующих атомов в псевдожидкий металл и обеспечивает интенсификацию процесса [2]. Известное [3] уточненное [4] дифференциальное уравнение массопереноса атома внедрения стационарных и динамических процессов химико – термической обработки стали имеет вид:

$$\frac{\partial m}{\partial t} = -D \cdot \left(\frac{\partial c}{\partial x} + A \frac{\partial P}{\partial x} + B \frac{\partial T}{\partial x} + X \frac{\partial^2 T}{\partial x \cdot \partial t} + Y \frac{\partial V_M}{\partial x} + C \frac{\partial j}{\partial x} + C \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x \cdot \partial t} \right) \cdot S \cdot M, \quad (1)$$

где: $(\partial m / \partial t)$ – количество (масса) вещества, прошедшее через площадку S за время t (массоперенос);

$\partial^2 \Phi / (\partial x \partial t)$, $\partial^2 T / (\partial x \partial t)$ – скорости изменения градиентов магнитного потока и температуры, описывающие ускоренные электромагнитный и фазовый переносы атомов легирующей примеси при полиморфных фазовых α -Fe – γ -Fe и γ -Fe – α -Fe превращениях в оптимальном температурном диапазоне при термоциклировании;

$(\partial c / \partial x)$; $(\partial P / \partial x)$; $(\partial T / \partial x)$; $(\partial \phi / \partial x)$; $(\int V_M / \int x)$ – градиенты концентрации, давления, температуры, потенциала и изменения объема, описывающие соответственно собственно диффузионный массоперенос по первому закону Фика, барический перенос по межкристаллитным и внутрикристаллитным пространствам, обеспечивающий проникновение легирующих атомов в сталь, теплоперенос в соответствии с уравнением Фика – Нернста, электроперенос по Фромму и Гебхарту и вакансионный перенос по Мечеву;

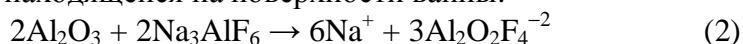
D – коэффициент диффузии водорода в металле;

M – вес грамм – молекулы диффундирующего вещества;

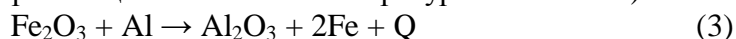
A, B, C, Y, X – интегральные коэффициенты.

Скорость протекания технологического процесса при термоциклировании зависит от скорости изменения градиента температуры процесса. Фазовые превращения происходят не мгновенно по всему объему, а постепенно (в зависимости от степени перегрева или переохлаждения стали). Псевдожидкая волна полиморфного фазового превращения и при нагревании и при охлаждении перемещается с конечной скоростью с поверхности детали от источника нагрева (или от холодильника при охлаждении) к его сердцевине. Используя диаграмму образования аустенита при нагреве и диаграмму изотермического превращения переохлажденного аустенита, можно определить время выдержки алитруемых деталей при экстремальных температурах, для получения заданной толщины диффузионного слоя. При алитровании погружением особое значение приобретают физико-химические явления, протекающие с большой скоростью, которые могут полностью нарушить процесс. К таким явлениям относятся образование оксидных плёнок на поверхностях твердого и жидкого металлов, мешающих возникновению связи между атомами железа и алюминия.

Для предупреждения образования оксидных плёнок при нагреве стали применяют защитную атмосферу; введение криолита в ванну с расплавом алюминия приводит к растворению пленки оксида алюминия, находящейся на поверхности ванны:



Нагретая поверхность стали со следами оксида железа восстанавливается жидким алюминием (первая стадия самораспространяющегося высокотемпературного синтеза):



Восстановленное железо вступает в реакцию с алюминием с образованием интерметаллидного соединения Fe_xAl_y с выделением тепла (вторая стадия самораспространяющегося высокотемпературного синтеза). Конечный продукт химических реакций – интерметаллидов Fe_xAl_y является переходным слоем или диффузионной зоной между алюминием и железом с толщиной слоя 0,02 – 0,03 мм при одном цикле нагрев – охлаждение. Вследствие интенсивного протекания алюмотермической реакции очищающей поверхность стали перед последующим алитрованием, достигается высокая чистота поверхности конструкции. Сочетание СВС – процесса и алюмотермии в процессе обработки стали расплавом алюминия, приводит к образованию переходной зоны. Поэтому основные принципы этой технологии могут использоваться для изготовления биметаллических сталалюминиевых конструкций.

Использование данной технологии получения биметаллических конструкций алюминий – сталь с диффузионной связью, образованной за счет металлотермии и СВС – процесса, обладающей низким переходным электрическим сопротивлением и высокой прочностью сцепления стали с алюминием, обеспечивает монолитность конструкции; диффузионный слой стабилизирует электрический контакт между алюминием и стальной поверхностью, снижая электрическое сопротивление последнего. Это позволяет повысить эксплуатационные характеристики биметаллических соединений [5].

Используя диаграмму образования аустенита при нагреве и диаграмму изотермического превращения переохлажденного аустенита, можно определить время выдержки алитруемых деталей при экстремальных температурах для получения заданной толщины диффузионного слоя. Если транспорт Al необходимо осуществить только в тонкий поверхностный слой сечения образца, то временная выдержка при температуре 900° С не осуществляется. Если необходимо осуществить транспорт Al в металл на 2 – 3 [мм], то оптимальным будет вариант нагрева до температуры 760° С (верхняя граница температурного коридора) с выдержкой при той температуре 4 ... 5 минут, так как в этом случае полное превращение феррита в аустенит может произойти только за время порядка 16 минут. Тогда за время экспозиции волна псевдожидкого полиморфного превращения, осуществляющая фазовый перенос и несущая Al, пройдет только четверть своего пути до сердцевины детали диаметром 20 [мм] а за 4 минуты изотермическое образование аустенита закончится только в поверхностном 2–х миллиметровом слое.

По С – образной кривой диаграммы изотермического превращения переохлажденного аустенита определяем, что при температуре 680° С время полного полиморфного превращения γ -Fe в α -Fe составляет порядка 16 минут. Тогда для получения 2–х миллиметрового диффузионного слоя Al необходима выдержка при этой температуре (нижняя граница температурного коридора термоциклирования) в течение 4... 5 минут в течение каждого цикла.

В соответствии с вышеизложенным была разработана и опробована в лабораторных условиях методика насыщения стали алюминием импульсным методом [4]. Стальные образцы из низкоуглеродистой стали в герметичных контейнерах с расплавленным алюминием подвергались импульсному воздействию электромагнитного поля. Верхний предел температурного интервала 900° С, нижний – 550° С. Выдержка при экстремальных температурах составляла не менее 5 минут. Варьировалось длительность и количество циклов. Полное время обработки при любом из опытов не превышало полутора часов. Проникновение Al в сталь осуществлено по всему сечению образца в течение 7 циклов.

Проведенный эксперимент подтверждает возможность получения стальных конструкций, поверхность которых на любую необходимую глубину насыщена алюминием.

По аналогичной технологии было проведено алитирование стальной проволоки. В качестве флюса применялась канифоль сплавленная с нашатырем, применяемая для пайки латунных радиаторов.

Как показали результаты исследований, замена оцинкованной стали на алитированную значительно снижает (как минимум в 4 раза) расход энергии на алитирование (в сравнении с цинкованием), что ведет к снижению себестоимости готовой продукции, позволяя повысить коррозионную стойкость, долговечность и надежность металлоконструкций.

Одновременно замена цинка на алюминий снижает экологическую нагрузку на окружающую среду вследствие исключения из производственного процесса вредных для организма человека паров цинка и его окислов.

Незначительные изменения технологии производства, позволяет практически без доработок и реконструкции использовать при изготовлении предлагаемой продукции существующее оборудование. Ускорение технологического процесса позволяет повысить производительность технологического процесса и снизить себестоимость продукции.

В настоящее время проведены исследования по подбору оптимальных режимов алитирования стали и выбору наиболее эффективных и дешевых флюсов. Сцепление алюминия со сталью в результате диффузионного взаимодействия обеспечивает высокую адгезионную прочность и повышенную стойкость к коррозионному воздействию: алитированные образцы после 4 – х летней выдержки в пресной воде не потеряли металлический блеск.

Библиографический список

1. Филоненко Б.А. Комплексные диффузионные покрытия [Текст] / Б.А. Филоненко. М.: Машиностроение, 1981. 138 с.
2. Орлов П.С. Резервы снижения энергоемкости процесса цементации стали [Текст] / П.С. Орлов // Вестник МГАУ им. В.П. Горячкина. Агроинженерия. № 2 (22). 2007. – С. 114 – 116. – ISBN978–5 –86785–199–6.
3. Фромм, Е. Газы и углерод в металлах [Текст] / Фромм Е., Гебхард Е. Пер. с нем. – М.: Metallurgia, 1980. – 781 с.
4. Орлов П.С. Способ легирования стали алюминием [Текст] / П.С. Орлов Л.А. Голдобина, В.П. Гусев, В.С. Шкрабак // Патент РФ № 2431696 по заявке № 2009115056 / 02 от 20.04.2009. .С23С 10/22 Бюл. № 29. Оpubл. 10.10.11
5. Алов В.А. Изготовление биметаллических отливок алюминий – железо на основе технологии сочетания металлотермии и самораспространяющегося высокотемпературного синтеза [Текст] В.А. Алов, И.М, Соцкая // Вестник АПК Верхневолжья. № 3 (11). 2010. – С. 60 – 62. – ISSN 1998–1635.

СОЗДАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ

УДК 62-83

СОЗДАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВЕРИФИКАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ С РАСПРЕДЕЛЕННОЙ УПРУГОСТЬЮ

В.Т. Вишнеревский, Г.С. Ленецкий, к.т.н, доцент

В представленной статье рассматривается проблема проведения верификации математического описания элементов механической части электропривода с распределенными параметрами гиперболического типа. В данном случае распределенными по пространственной координате считаются такие параметры как масса и упругость. Приведена методика получения экспериментальных логарифмических амплитудно-частотных характеристик исследуемых элементов для верификации их математического описания в частотной области. Результаты, полученные при проведении данных исследований необходимы для целей синтеза более качественных систем управления электроприводами с упругими связями.

Ключевые слова: электропривод, распределенные параметры, верификация, системы управления

На данный момент весьма актуальной задачей является проведение верификации существующего математического описания элементов механической части электроприводов с распределенными параметрами [1]. В данном случае речь идет о таких распределенных параметрах, как масса и упругость. На самом деле, абсолютно все существующие системы являются системами с распределенными параметрами и довольно часто возникает необходимость учета распределенности параметров в математическом описании исследуемых систем. Элементы с распределенной упругостью можно выделить в кинематических цепях таких промышленных установок, как шахтные грузоподъемные установки с большой высотой подъема и конвейеры большой протяженности [2].

В настоящее время совершенствование систем управления электроприводами указанных установок требует использования более эффективных математических моделей. Очевидно, что эффективность математической модели зависит от ее точности, вероятности получения новых результатов, производительности и простоты.

В большинстве случаев при расчетах модели механической части указанных выше электроприводов сводятся к моделям с конечным числом масс. Однако с целью повышения точности при математическом моделировании приходится увеличивать число масс в моделях, а это означает, что необходимо увеличивать число дифференциальных уравнений, которыми описывается система. В тех случаях, когда для получения адекватного математического описания объекта управления требуется учет большого количества масс, целесообразным является осуществить переход к системе уравнений в частных производных. При этом считается, что упругость является распределенной по длине элемента [1].

Для создания современных систем управления требуется использование таких способов управления электроприводами, которые смогут обеспечить высокую эффективность работы промышленных установок. На данный момент весьма перспективной является идея синтеза систем управления с применением наблюдающих устройств, служащих для восстановления координат вектора состояния электромеханической системы, не поддающихся прямому измерению. Данная необходимость вызвана тем обстоятельством, что в шахтных подъемных установках, как правило, невозможно измерение координаты скорости скипов, по которой необходимо осуществить обратную связь в замкнутой системе

автоматического управления. Использование в основе наблюдающего устройства математического описания с учетом распределенности параметров обусловлено необходимостью снижения ошибки воспроизведения восстанавливаемой координаты.

Также большое значение имеет использование математических моделей с учетом распределенности параметров для компьютерного моделирования иных способов управления, в частности способов коррекции в системах с использованием дополнительных обратных связей и корректирующих устройств.

На данный момент существует математическое описание различных элементов с распределенными параметрами. Основными из них являются линейный, кольцевой и разветвленный элементы [2]. Описываемое лабораторное оборудование предназначено для исследования частотных характеристик линейного элемента с распределенной упругостью, который входит в состав механической части шахтный грузоподъемных установок. Данный элемент представляет собой упругий стержень, на концах которого закреплены две сосредоточенные массы. В данном случае первой массой является масса приводного устройства, а в качестве второй массы выступает масса грузозахватывающего устройства с грузом.

Необходимость проведения верификации математического описания исследуемых элементов в лабораторных условиях вызвана отсутствием возможности проведения требуемых опытов на реальных промышленных установках из-за высокой вероятности выхода оборудования из строя при частоте входного воздействия, близкой к резонансной частоте системы.

Для подтверждения гипотезы о соответствии математического описания реальному объекту в данном случае необходимо соответствие полученных экспериментально логарифмических амплитудно-частотных характеристик расчетным в требуемом диапазоне частоты входного воздействия. Данный диапазон обусловлен ограниченной полосой пропускания электроприводов.

В данном случае для рассмотрения выбраны ЛАЧХ, построенные по передаточным функциям исследуемого элемента от усилия к скорости. Следовательно, для экспериментального получения требуемых характеристик необходимо каким-либо образом получать амплитудное значение скорости перемещения различных точек протяженного упругого элемента при различных значениях частоты входного воздействия.

С целью проведения эксперимента в лабораторных условиях создана специализированная установка, с помощью которой можно имитировать процессы, возникающие в линейном условно неподвижном элементе с распределенной упругостью при отсутствии статической нагрузки.

Принцип действия указанной установки заключается в том, что для получения частотных характеристик на исследуемый элемент подается входное воздействие требуемой частоты и при этом измеряется амплитуда скорости колебаний точек на всей протяженности распределено-упругого элемента. Для придания исследуемому элементу периодически изменяющегося усилия вал приводного двигателя соединен с одним из концов элемента через кривошипно-шатунный механизм. Для управления скоростью вращения вала приводного двигателя используется управляемый выпрямитель.

Исследуемый элемент совершает продольные колебания вдоль направляющей, которая служит для исключения нежелательных поперечных колебаний исследуемого элемента.

В качестве датчиков скорости используются импульсные датчики с числом импульсов на оборот, равным 2500. Необходимость использования импульсных датчиков связана с высокими требованиями к точности определения частоты входного воздействия на

исследуемый элемент, а также в связи с нелинейностью характеристик тахогенераторов в диапазоне скоростей, близких к нулю.

Для вычисления значения скорости колебаний точки распределено-упругого элемента разработана специализированная микропроцессорная система. Суть алгоритма работы данной системы заключается в том, что за определенный промежуток времени подсчитывается количество импульсов, поступающих с датчика скорости. Затем с помощью цифро-аналогового преобразователя формируется аналоговый сигнал для визуализации графика изменения величины скорости во времени с помощью осциллографа.

Важным этапом проведения исследования является создание системы обработки цифровых данных для анализа процесса изменения во времени значения скорости точек исследуемого элемента. В данном случае предусматривается возможность накопления массива данных в цифровой форме для исследования точности соответствия экспериментальных и расчетных характеристик.

Положительные результаты исследования дадут основание для того, чтобы проводить дальнейшие исследования в данной области, направленные на поиск способа определения расчетным путем частотных характеристик объектов управления без экспериментального определения значений резонансных и антирезонансных частот. Подтверждение математического описания исследуемых элементов сделает практически возможным внедрение в практику систем управления электроприводами с использованием наблюдающих устройств, а также исследование влияния упругости в системах электропривода с учетом распределенности параметров.

Также указанная лабораторная установка предназначена для исследования различных систем управления электроприводами с упругими связями. После подтверждения правильности исследуемого математического описания основным направлением исследования станет апробация наиболее перспективных на данный момент способов управления электроприводами, содержащими в своей механической части упругие элементы с учетом распределенности их параметров. Предполагается исследование таких способов управления, как коррекция коэффициента усиления регулятора скорости в системе подчиненного регулирования, использование обратной связи по первой и второй производной от скорости исполнительного органа, использование обратной связи по разности скоростей вала электродвигателя и исполнительного органа, использование модального управления, использование полосно-заграждающего фильтра в контуре регулирования скорости. Также рассматривается возможность исследования наиболее перспективного на данный момент способа последовательно-параллельной коррекции с использованием дополнительного корректирующего устройства в контуре скорости [3-5].

Проводимые в данном направлении исследования помогут в будущем при создании более совершенных систем управления электроприводами, необходимыми для повышения производительности промышленных установок. В настоящее время требуется серьезное улучшение технического уровня систем автоматического управления электроприводами с целью улучшения энергетических показателей, повышения уровня надежности и безопасности. Основной целью проводимых исследований является поиск наиболее рациональных решений для систем управления электроприводами промышленных установок, содержащих в своих кинематических цепях протяженные упругие элементы, поскольку на сегодняшний день в данной области существует множество нерешенных задач, в частности задачи внедрения в практику широкого использования высокопроизводительных замкнутых систем управления, которые должны обладать относительно простой структурой.

Библиографический список

1. Вишнеревский В.Т. К вопросу об использовании логарифмических амплитудно-частотных характеристик для исследования элементов с распределенными параметрами [Электронный ресурс] / Студенческий вестник БРУ, Октябрь 2011, — Режим доступа: <http://www.bru.mogilev.by/science/vesnik/index.html>
2. Рассудов Л.Н. Электроприводы с распределенными параметрами электромеханических элементов / Л.Н. Рассудов, В.Н. Мядзель. – Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. отделение, 1987. - 144 с.
3. Борцов Ю. А., Соколовский, Г. Г. Автоматизированный электропривод с упругими связями. СПб, Энергоатомиздат, 1992, 288 с.
4. Борцов Ю. А., Соколовский Г. Г. Тиристорные системы электропривода с упругими связями.– Л.: Энергия, 1979.– 263 с.
5. Башарин А.В., Новиков, В.А., Соколовский, Г.Г. Управление электроприводами: Учебное пособие для вузов. – Л.: Энергоиздат, 1982. – 392 с.

УДК 621:534.833

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ТРЕХМАССОВОЙ МЕХАТРОННОЙ СИСТЕМЫ С ПРИВОДОМ, РАСПОЛОЖЕННЫМ НА ПОДВИЖНОМ ОСНОВАНИИ

Н.К. Кузнецов, д.т.н, проф., член-корреспондент РИА, knik@istu.edu, Динь Дык Тунг, студент гр. АМ-07-1, dinh tung_irk@yahoo.com

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет

В статье рассмотрена задача компенсации упругих колебаний трехмассовой мехатронной системы с помощью приводов, воздействующих на промежуточную массу и расположенных на подвижном основании. Дается сравнение эффективности этого способа компенсации упругих колебаний по сравнению с использованием приводов, установленных на неподвижном основании.

Ключевые слова: трехмассовая мехатронная система, моделирование динамики, компенсация упругих колебаний, приводы движения.

Актуальной проблемой создания многих современных машин и оборудования с программным управлением, которые могут быть отнесены к классу мехатронных систем, является ограничение уровня колебательных движений исполнительных механизмов в переходных режимах работы. Перспективным путем решения данной проблемы является активный способ компенсации упругих колебаний, основанный на применении следящих приводов и развитых систем управления. Рост скоростей движения и повышение точностных требований к современным машинам, с одной стороны, и расширение вычислительных возможностей цифрового управления, с другой, вызывает необходимость рассмотрения многомассовых колебательных систем [1]. Как показал проведенный анализ, наиболее приемлемой расчетной моделью в задачах динамики быстродействующих мехатронных систем является трехмассовая расчетная схема, которая с достаточной степенью точности позволяет моделировать движение как мехатронных систем с одной степенью подвижности, так и движение по отдельным степеням подвижности исполнительных механизмов мехатронных систем со многими степенями подвижности. В мехатронных системах с исполнительными механизмами разомкнутого типа, обладающих кинематической и двигательной избыточностью, для компенсации колебаний по рассматриваемой степени подвижности могут быть использованы приводы по другим степеням подвижности, совершающим движения в том же направлении. Зачастую эти приводы располагаются на подвижных звеньях. В докладе рассматриваются возможности компенсации упругих колебаний трехмассовой мехатронной системы с помощью приводов, расположенных на подвижном основании.

В работе [3] была рассмотрена задача компенсации упругих колебаний трехмассовой системы с помощью дополнительных приводов, воздействующих на промежуточную массу и установленных на неподвижном основании. Проведем сравнение эффективности использования этих приводов по сравнению с приводами, расположенными на подвижном основании. Расчетная схема трехмассовой мехатронной системы показана на рис. 1. На этом рис. использованы следующие обозначения: q_* – обобщенная координата программного движения; q_1 – обобщенная координата передаточного механизма; q_2 – обобщенная координата исполнительного механизма; m_n – приведенная массы привода; m_1 – приведенная масса передаточного механизма; m – приведенная масса исполнительного механизма; Q_n – приведенная движущая сила привода программных движений; Q_{ne} – приведенная движущая сила привода, воздействующего на промежуточную массу; c_1 –

приведенный коэффициент жесткости передаточного механизма; c – приведенный коэффициент жесткости исполнительного механизма; b_n – приведенный коэффициент вязкого трения привода; b_1 – приведенный коэффициент вязкого трения передаточного механизма; b – приведенный коэффициент вязкого трения исполнительного механизма.

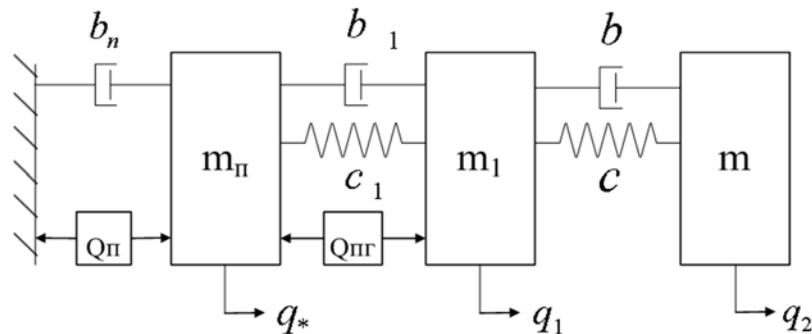


Рис. 1. Расчетная схема трехмассовой мехатронной системы

Дифференциальные уравнения движения трехмассовой системы имеют следующий вид:

$$m_n \ddot{q}_* + b_n \dot{q}_* + b_1(-\Delta \dot{q}_1) + c_1(-\Delta q_1) = Q_n - Q_{n2}; \quad (1)$$

$$m_1 \ddot{q}_1 + b_1 \dot{q}_1 + c_1 \Delta q_1 + b(-\Delta \dot{q}_2) + c(-\Delta q_2) = Q_{n2}; \quad (2)$$

$$m \ddot{q}_2 + b(\Delta \dot{q}_2) + c(\Delta q_2) = 0. \quad (3)$$

Для проверки эффективности предложенных алгоритмов гашения упругих колебаний было проведено численное моделирование процессов управления движением трехмассовой колебательной системы.

На первом этапе для оценки предельных возможностей методов активной компенсации колебаний привод представим в виде "идеального" усилительного звена с передаточной функцией:

$$Q_n(\Delta q_1) = \pm(k_D \Delta q_1 + k_V \Delta \dot{q}_1 + k_A \Delta \ddot{q}_1), \quad (4)$$

где k_D, k_V, k_A – коэффициенты "усиления", пропорциональные соответственно упругой координате, ее скорости и ускорению.

Исследования выполнялись в среде Modelica с использованием расширенной версии OpenModelica [4]. Вычислительная модель трехмассовой системы с приводом, расположенным на неподвижном основании, в среде Modelica приведена на рис. 2. На этом рис. использованы следующие элементы из библиотеки Modelica в соответствии с уравнениями (1) – (3): Q_n – приведенная движущая сила привода программных движений обозначается постоянной силой, равной 100 N; демпферы с исходными параметрами b_n, b_1 и b (приведенные коэффициенты вязкого трения) $b_n = b = 50$ N.s/m, $b_1 = 200$ N.s/m, все коэффициенты жесткости равны $c = 5000$ N/m. Массы: $m_n = \text{mass1} = 12$ кг, $m_1 = \text{mass2} = 15$ кг, $m = \text{mass3} = 8$ кг. Используем метод гашения колебаний по упругому отклонению передаточного механизма $\Delta \dot{q}_1$ ($Q_n(\Delta q_1) = \pm k_V \Delta \dot{q}_1$).

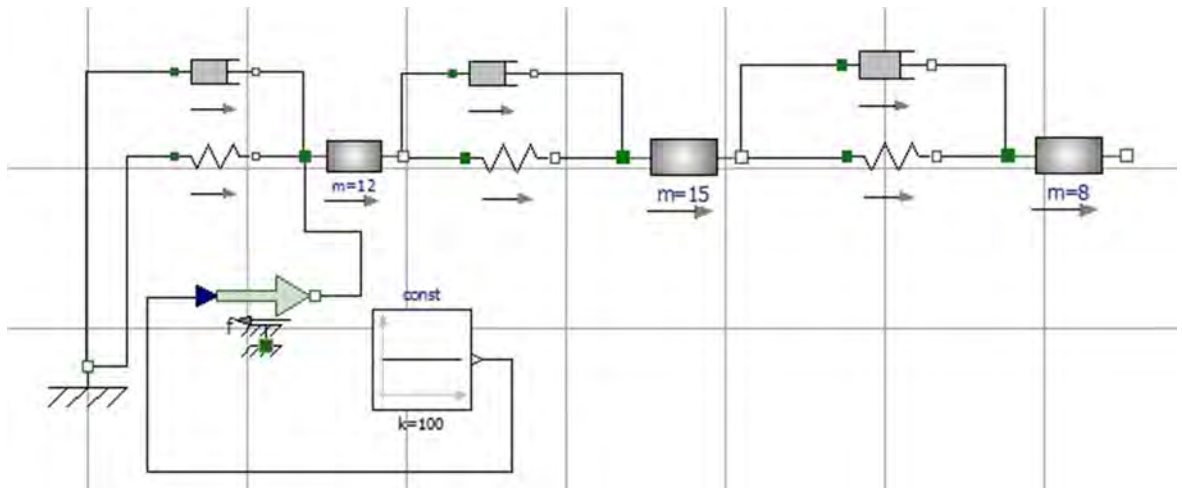


Рис. 2. Вычислительная модель трехмассовой системы с приводом, расположенным на неподвижном основании

Результаты моделирования показаны на рис.3. На этом рис. красная линия обозначает колебания исполнительного механизма при исходных параметрах; синяя линия и зелёная линия – колебания в случаях $Q_n(\Delta q_1) = \pm k_v \Delta \dot{q}_1$. Из графиков видно, что при компенсации упругих колебаний по скорости передаточного механизма $\Delta \dot{q}_1$ ($Q_n(\Delta q_1) = \pm k_v \Delta \dot{q}_1$), амплитуда колебаний исполнительного механизма трехмассовой системы значительно уменьшается.

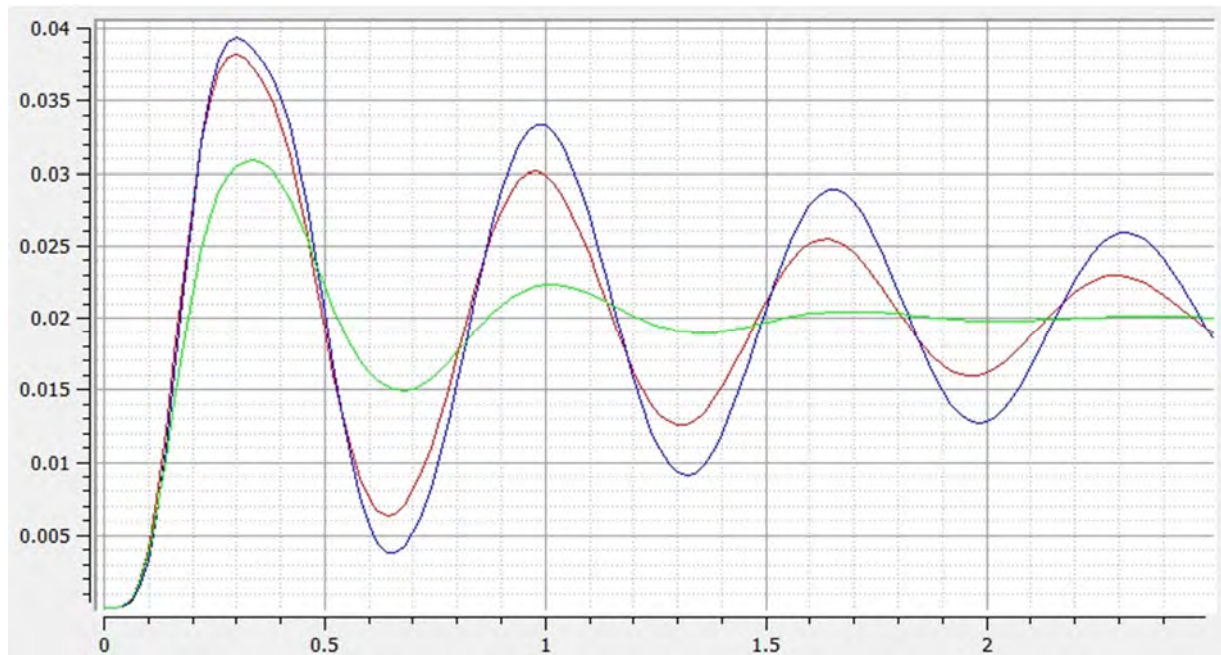


Рис. 3. Графики колебаний исполнительного механизма

Для построения модели, соответствующей рис. 1 в среде OpenModelica используем элементы, показаны на рис.4. При этом Q_n – приведенная движущая сила привода программных движений обозначается пружиной с большим коэффициентом жесткости ($c = \infty$); Q_{ng} – приведенная движущая сила привода, воздействующего на промежуточную массу, равна 100N. Результаты моделирования приведены на рис. 5.

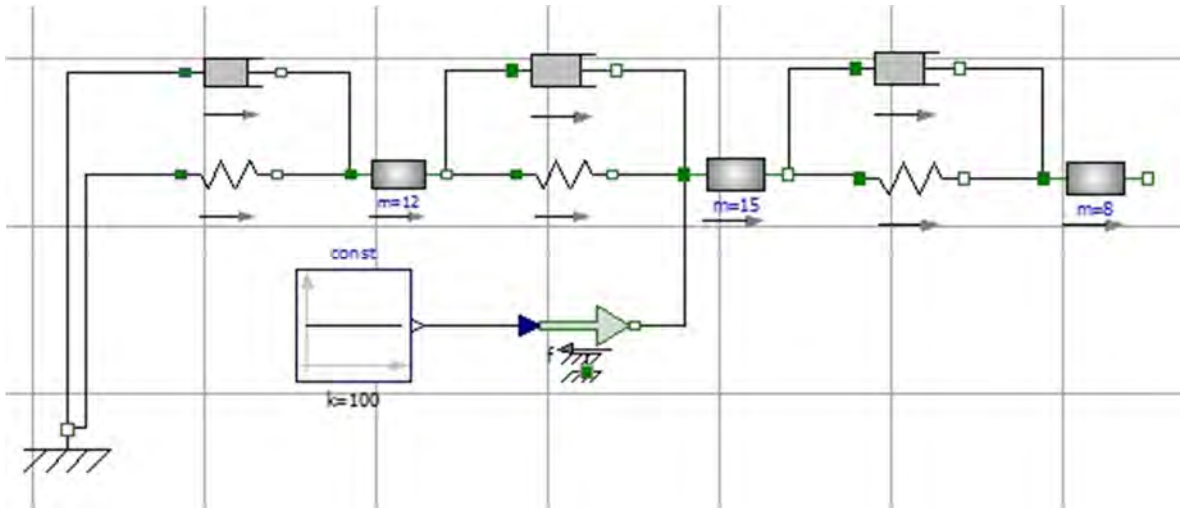


Рис. 4. Вычислительная модель трехмассовой системы с приводом, расположенным на подвижном основании

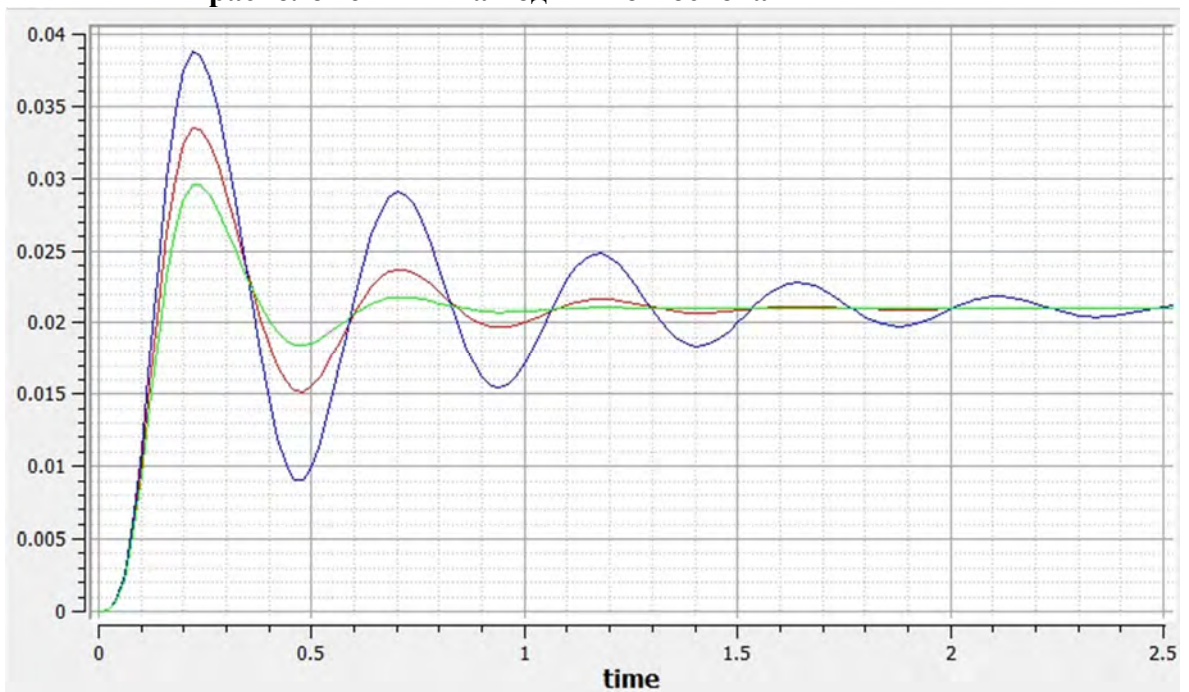


Рис. 5. Графики колебаний исполнительного механизма

Из графиков видно, что при компенсации упругих колебаний по скорости передаточного механизма $\Delta \phi_1$ ($Q_n(\Delta q_1) = \pm k_v \Delta \phi_1$), амплитуда колебаний исполнительного механизма трехмассовой системы значительно уменьшается. Сравнение переходных процессов, приведенных на рис. 3 и 5 показывает, что привод, расположенный на подвижном основании, при определенных параметрах, может быть эффективнее привода, установленного на неподвижном основании.

Библиографический список

1. Кузнецов Н.К., Лукьянов А.В. Управление колебаниями роботов. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. – 320с.

2. Кузнецов Н.К. Динамика управляемых машин с дополнительными связями. – Иркутск: Изд-во Иркут. техн. ун-та, 2009. – 290с.
3. Кузнецов Н.К., Перельгина А.Ю., Перельгин В.Н. Гашение колебаний в трехмассовых мехатронных системах: монография. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2011. – 160с.
4. Fritzson P. Introduction to Object-Oriented Modeling and Simulation with OpenModelica. – 2006. – 139с.

УДК 621:534.833

**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ КОЛЕБАНИЯМИ
МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ
ДИНАМИКИ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Н.К. Кузнецов, д.т.н., проф., член-корреспондент РИА, knik@istu.edu Ле Ба Хань, аспирант, bakhanh25186@yahoo.com

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет

Рассмотрена постановка задачи исследований по разработке алгоритмов управления колебаниями мехатронных систем с учетом упругих свойств конструкции на основе концепции обратных задач динамики. В отличие от известных работ, посвященных данной проблеме и основывающихся на использовании двухмассовой расчетной схемы, исследования предполагается выполнять на основе трехмассовой расчетной схемы, которая позволяет расширить класс моделируемых мехатронных систем.

Ключевые слова: управление колебаниями, обратная задача динамики, система автоматического управления, мехатронная система.

Автоматизация производства и развитие систем автоматического управления механическим движением приводят к широкому применению оборудования и машин с программным управлением. Современные машины технологического, транспортного и энергетического назначения, управление движением которых осуществляется на основе микропроцессорных средств, представляют собой мехатронные системы. Примерами мехатронных систем являются станки с ЧПУ, промышленные и специальные роботы, современное медицинское оборудование, обрабатывающие центры, гибкие производственные модули, автооператоры, промышленные роботы и манипуляторы, грузоподъемные и транспортные машины, поворотные столы, подающие и ориентирующие устройства робототехнических комплексов, системы бытового и специального назначения. Широкое использование цифровых вычислительных систем в качестве основы устройств управления в мехатронных системах обусловлено их следующими свойствами:

- Возможностью перепрограммирования без внесения аппаратных изменений;
- Высокой скоростью обработки данных и, следовательно, высокой производительностью и возможностью реализации большого разнообразия механических движений;
- Высокой точностью, надежностью и быстродействием;
- Низкой себестоимостью серийных образцов микропроцессоров.

Эти машины в отличие от традиционного технологического оборудования, работают на управляемых переходных режимах, что приводит к дополнительным динамическим нагрузкам. Наибольшей интенсивности упругие колебания достигают в переходных режимах работы, таких как, например, разгон и торможение звеньев исполнительного механизма, разгон и торможение самого робота (в случае мобильных роботов), изменение нагрузки (прием и сброс деталей) и т.п. Как показывают экспериментальные исследования, проведенные автором [7, 11, 12], амплитуды колебаний рабочих органов, вызванные упругими деформациями исполнительного механизма в режимах разгона и торможения достигают нескольких сантиметров, а их продолжительность – до 50 % и более от общего времени выполнения движений. Часто это время превышает время, необходимое для выполнения некоторых технологических операций, например, штамповки, сборки и т.д. Для роботов с относительно большими величинами перемещений исполнительных механизмов особенно нежелательны колебания, возникающие в период

торможения звеньев, так как они снижают точность и увеличивают длительность процессов позиционирования, тогда как колебания, возникающие при разгоне, успевают затухнуть во время установившегося движения. В этих условиях повышение требований к производительности и точности работы управляемых машин вызывает необходимость учета упругих свойств исполнительных механизмов и разработки методов и средств снижения динамических ошибок, обусловленных упругими колебаниями. Колебательные движения нарушают точность функционирования рабочих органов, увеличивают время выполнения операций, снижают прочность основных элементов и надежность работы. Решение задачи ограничения упругих колебаний осложняется тем, что исполнительные механизмы одновременно являются и источниками колебаний, и объектами защиты от них.

В настоящее время накоплен значительный опыт по исследованию динамики мехатронных систем с учетом упругих свойств конструкций. Первое направление основано на выборе и оптимизации параметров как исполнительного механизма, так и приводов движения [8]. В таком случае стремятся к уменьшению массы звеньев исполнительных механизмов, повышению их жесткости, увеличению диссипации механической энергии, в том числе за счет демпфирующей способности приводов. Следует отметить, что увеличение жесткости звеньев исполнительных механизмов разомкнутого типа с целью повышения собственных частот не может являться эффективной мерой ограничения упругих колебаний, поскольку, с одной стороны, приводит к утяжелению конструкции и увеличению ее габаритов и, следовательно, инерционных нагрузок, являющихся основным источником упругих колебаний, с другой стороны, ограничено конструктивными соображениями. Поэтому для каждой мехатронной системы существует вполне определенное соотношение между жесткостью и массой исполнительного механизма, превышение которого оказывается нецелесообразным.

Наибольшее распространение в настоящее время в динамике машин получил второй путь уменьшения упругих колебаний исполнительных механизмов, связанный с рациональным управлением силовыми воздействиями путем наложения ограничений на законы движения звеньев. Обычно для ограничения уровня упругих колебаний исполнительных механизмов применяют программированные законы движения, обеспечивающие плавные, безударные процессы разгона и торможения. Благоприятными в этом отношении являются линейный и синусоидальный законы изменения скорости, позволяющие существенно уменьшить колебания исполнительных механизмов, вплоть до получения апериодических переходных процессов. Однако при этом значительно возрастает время выполнения движений, что приводит к снижению производительности машин. Кроме того, реализация плавных, безударных законов движения с помощью гидро- и пневмоприводов, имеющих динамические характеристики, близкие к релейным, экономически невыгодна, так как приводит к большим потерям энергии на дросселирование.

Третий путь снижения колебаний мехатронных систем связан, так или иначе, с изменениями конструкции исполнительных механизмов, которые приводят либо к уменьшению динамических воздействий, либо к непосредственному гашению упругих колебаний. Так, целью установки разгружающих устройств, являющихся аккумуляторами потенциальной и кинетической энергии, в конечном счете является уменьшение инерционных сил, действующих на звенья и кинематические пары механизма, или перераспределение этих сил желаемым образом [1]. В первом случае используются пружинные и пневматические устройства, во втором – инерционные звенья, приводимые в движение специальными уравновешивающими механизмами [3]. В разгрузателях первого типа усилие противодействия является функцией положения, поэтому такие устройства должны настраиваться на определенный скоростной режим, что ограничивает области их применения машинами циклического действия. В устройствах второго типа усилие

пропорционально квадрату угловой скорости ведущего звена, что приводит к изменению частотных характеристик исполнительного механизма и нежелательным динамическим эффектам. Ввиду большого многообразия движений и переменности упруго-инерционных параметров исполнительных механизмов, а также сложности и громоздкости механизмов уравнивания, последние не получили широкого применения для уменьшения упругих колебаний мехатронных систем.

Наиболее перспективным путем компенсации упругих колебаний мехатронных систем является использование методов активного гашения, основанных на формировании дополнительных кинематических и силовых воздействий соответствующей частоты и фазы и обладающих высокой эффективностью в широком диапазоне частот возмущений [9, 10]. Основным его недостатком, ограничивающим области применения, является необходимость источников энергии, приводов и систем управления движением. Применение этого способа снижения динамических ошибок в мехатронных системах облегчается наличием в последних приводов и развитых систем программного управления. В зависимости от применяемого регулирования активные системы обычно разделяются на системы с управлением по возмущению и по отклонению (со стабилизацией).

Вопросы уменьшения собственных колебаний, возникающих в переходных режимах работы, изучены в основном применительно к двухмассовой расчетной схеме. В работе [2] для уменьшения упругих колебаний, вызванных крутильными колебаниями приводных механизмов, предлагается использовать обратные связи по этим ошибкам. Проведены исследования эффективности управления при различных вариантах обратных связей. Показано, что введение подобных связей позволяет существенно уменьшить динамические ошибки по сравнению с традиционным управлением.

В ряде работ рассматриваются методы активной компенсации упругих колебаний исполнительных механизмов относительно заданной траектории с помощью введения дополнительных (избыточных) управляемых степеней подвижности. Так в работах [6, 10] для компенсации упругих колебаний исполнительных механизмов предлагается устанавливать дополнительные двигатели, осуществляющие активное гашение колебаний на основе соответствующих датчиков. К преимуществам такого способа компенсации следует отнести возможность использования малоинерционных приводов и малость обрабатываемых перемещений, что позволяет обеспечить высокое быстродействие и точность, а, с другой стороны, приблизить точку управления к точке наблюдения.

Наибольшее развитие исследования в этом направлении получили в области динамики роботов. Необходимость учета упругих свойств исполнительных механизмов роботов обусловлена следующими причинами: высокими требованиями по быстродействию и точности, предъявляемыми к рабочим органам роботов; малой жесткостью конструкции и значительными динамическими нагрузками из-за разомкнутости кинематической структуры исполнительных механизмов и консольного характера приложения внешних сил; большой протяженностью механических передач движения от приводов к звеньям (в случае расположения двигателей на неподвижном основании); созданием облегченных, а, следовательно, и менее жестких, конструкций мобильных роботов для выполнения работ в экстремальных средах и труднодоступных местах.

При выборе динамических моделей во всех случаях следует стремиться к использованию наиболее простых расчетных схем, адекватных исследуемым процессам. Усложнение моделей приводит к введению в расчет и конструирование мехатронных систем лишних параметров, которые также определяются неточно. Как показал нижеприведенный анализ, наиболее часто используемой расчетной моделью в задачах динамики мехатронных систем является трехмассовая расчетная схема, которая с достаточной степенью точности позволяет моделировать движение как мехатронных систем с одной степенью подвижности,

так и движение по отдельным степеням подвижности исполнительных механизмов мехатронных систем со многими степенями подвижности.

Например, расчетная схема эквивалентной упругой системы токарного станка является пространственной и включает в себя подвижные соединения с трением (рис. 1). В этой системе можно выделить две подсистемы:

1. подсистему заготовки, включающую заднюю бабку, собственно заготовку, шпиндельный узел, привод и электродвигатель;
2. подсистему инструмента, включающую станину, нижнюю каретку, фартук, поперечный суппорт и резцедержатель.

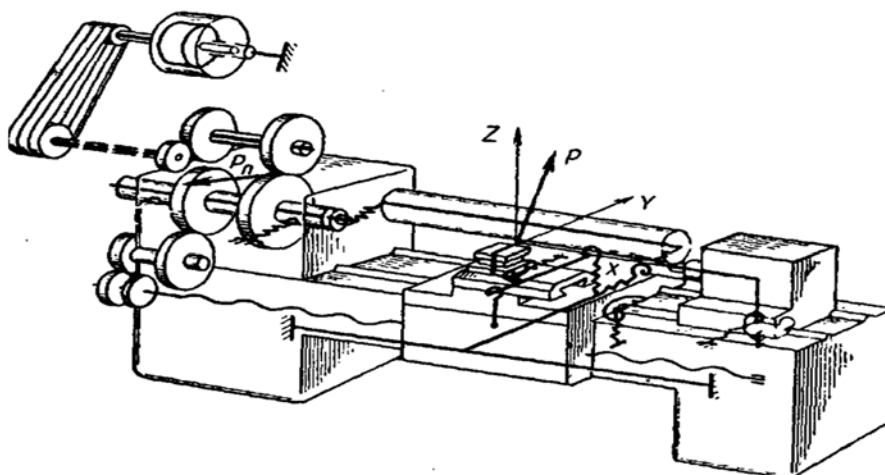


Рис. 1. Схематизация колебательной системы станка
 x, y, z - система координат трехмассовой модели узлов токарного станка, p - сила резания.

При исследовании процесса продольного перемещения суппорта динамическая модель подсистемы инструмента представляется в виде трехмассовой расчетной схемы, включающей в себя привод подач, суппорт и резцедержатель с инструментом, связанных упругими элементами. В случае обработки массивных и протяженных заготовок процесс вращения шпинделя также можно представить как совокупность трех сосредоточенных масс: шпиндель с приводом, сама заготовка и задняя бабка шпиндельного узла.

Расчетная схема мехатронной системы в виде трехмассовой колебательной системы показана на рис. 2. На этом рис. приняты следующие обозначения: q_* – обобщенная координата программного движения; q_1, q_2 – обобщенные координаты; m_n, m_1 – соответственно приведенные массы привода и механических передач движения; m – приведенная масса исполнительного механизма; Q_n – приведенная движущая сила привода; c_1 – приведенный коэффициент жесткости механических передач движения; c – приведенный коэффициент жесткости исполнительного механизма; b_n, b_1, b – коэффициенты вязкого трения.

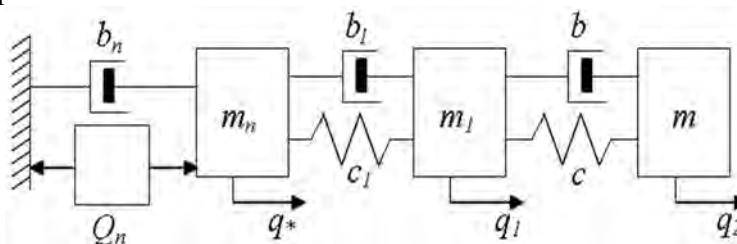


Рис. 2. Трехмассовая расчетная схема мехатронной системы

Дифференциальные уравнения движения этой системы для режима позиционирования в окрестности некоторого заданного положения, определяемого координатой q_* , имеют вид:

$$m_n \ddot{q}_* + b_n \dot{q}_* + b_1 (\dot{q}_* - \dot{q}_1) + c_1 (q_* - q_1) = Q_n; \quad (1)$$

$$m_1 \ddot{q}_1 + b_1 (\dot{q}_1 - \dot{q}_*) + c_1 (q_1 - q_*) + b (\dot{q}_1 - \dot{q}_2) + c (q_1 - q_2) = 0; \quad (2)$$

$$m \ddot{q}_2 + b (\dot{q}_2 - \dot{q}_1) + c (q_2 - q_1) = 0. \quad (3)$$

Структурная схема, полученная на основании преобразованных по Лапласу уравнений (1) – (3) приведена на рис. 3.

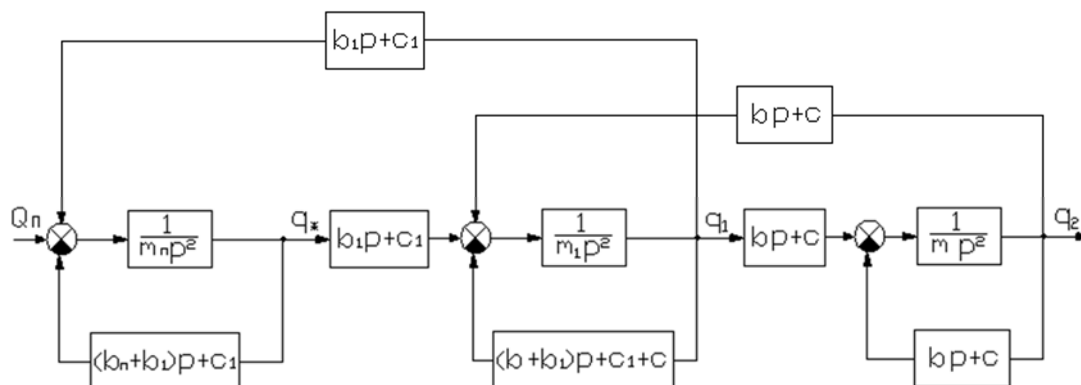


Рис. 3. Структурная схема трехмассовой системы

Трехмассовая расчетная схема может быть применима при исследовании динамики мехатронных систем как с одной, так и многими степенями подвижности исполнительных механизмов. Именно она будет принята в качестве расчетной при исследовании методов активной компенсации упругих колебаний мехатронных систем.

Таким образом, проведенный анализ показал, что в настоящее время в наибольшей степени изучены вопросы активного гашения упругих колебаний в двухмассовых мехатронных системах. Что касается трехмассовых мехатронных систем, то в них, в основном, решаются задачи виброизоляции от внешних динамических воздействий. Вопросы же ограничения свободных колебаний исполнительных механизмов подобных систем изучены в меньшей степени.

Целью планируемых исследований является разработка алгоритмов управления колебаниями мехатронных систем на основе концепции обратных задач динамики. В отличие от известных работ, посвященных данной проблеме и основывающихся на использовании двухмассовой расчетной схемы, исследования предполагается выполнять на основе трехмассовой расчетной схемы, которая позволяет расширить класс моделируемых мехатронных систем. Метод обратных задач динамики позволяет определить законы изменения и структуру управляющих сил по заданным свойствам движения. В диссертационной работе предполагается рассмотрение следующих вопросов:

- Выбор и обоснование расчетных схем многомассовых мехатронных систем и исследование их колебательных процессов;
- Разработка алгоритмов управления колебаниями трехмассовых мехатронных систем на основе концепции обратных задач динамики;
- Исследование предельных возможностей и эффективности активного способа компенсации колебаний трехмассовой мехатронной системы;
- Создание математического и программного обеспечения задач управления движением мехатронных систем с учетом упругих свойств конструкций.

Управляющее воздействие для компенсации упругих колебаний могут быть определены из системы уравнений (1)-(3) следующими методами:

- На основе задания закона изменения упругих координат в виде гармонической или экспоненциальной функций времени;
- На основе задания требуемых дифференциальных уравнений движения;
- На основе применения интегральных квадратичных оценок упругих колебаний.

Библиографический список

1. Вибрации в технике: справочник в 6 т. / ред. совет: В. Н. Челомей (пред.) [и др.]. – М.: Машиностроение, 1995.
2. Коловский М. З. Об уменьшении динамических ошибок приводных механизмов / М. З. Коловский // Машиноведение, 1978. – № 6. – С. 18–24.
3. Теория механизмов и машин: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / М. З. Коловский, А. Н. Евграфов, Ю. А. Семенов, А. В. Слоущ. – М.: Издат. центр «Академия», 2008. – 560с.
4. Крутько П. Д. Обратные задачи динамики управляемых систем: Линейные модели. – М.: Наука, 1987. – 304с.
5. Крутько П. Д. Управление исполнительными системами роботов. – М.: Наука, 1991. – 336с.
6. Кузнецов Н. К. Синтез параметров управляемой двухмассовой системы, обеспечивающих компенсацию упругих колебаний // Проблемы электротехники. – Новосибирск, 1993. – С. 163–167.
7. Кузнецов Н. К., Буляткин В.П., Лукьянов А.В. Теоретические и экспериментальные исследования упругих колебаний электромеханического промышленного робота // Роботы и робототехнические системы : сб. науч. тр. / Иркут. политехн. ин-т. – Иркутск, 1984. – С. 43-53.
8. Кузнецов Н. К., Соломин С.В. Управление движением двухмассовой электромеханической системы на основе скользящего режима // Проблемы машиностроения и надежности машин, 1996. – № 5. – С. 108–115.
9. Кузнецов Н. К. Управление движением двухмассовой колебательной системы // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование : научн. ж-л / Иркут. гос. ун-т путей сообщ., 2004. – № 2. – С. 130–137.
10. Кузнецов Н. К. Управление колебаниями двухмассовой системы как задача введения дополнительных связей // Мехатроника, автоматизация, управление, 2005. – № 12. – С. 30–35.
11. Кузнецов Н. К., Хвощевский Г.И. Экспериментальные исследования точности пневматического промышленного робота // Управляемые механические системы: межвуз. сб. / Иркут. политехн. ин-т. – Иркутск, 1978. – С. 81-88.
12. Кузнецов Н. К., Стрелов А.В. Экспериментальные исследования упругих колебаний электромеханического робота // Вестн. Иркут. гос. техн. ун-та. – 2003. - № 3-4. – С. 36-40.
13. Петров Б. Н., Крутько П.Д., Попов Е.П. Построение алгоритмов управления как обратная задача динамики // Докл. АН СССР. – 1979. – Т. 247. – № 5. – С. 1078-1081.

РАЗРАБОТКА МАНИПУЛЯТОРА С ГИБКИМ ПРИВОДОМ ДЛЯ ОТСЕЧКИ КОНВЕРТЕРНОГО ШЛАКА

В. В. Точилкин - к.т.н., профессор, В.И. Умнов - старший преподаватель

В статье рассматривается металлургический манипулятор, особенностью которого является использование гибкого привода. Силовая часть привода представляет пневматическую конструкцию, состоящую из эластичной оболочки и гибких связей, выполненных в виде стальных лент. Описывается конструкция, принцип работы и варианты пневматических схем привода манипулятора.

Ключевые слова: гибкий привод; оболочка; манипулятор; конвертер

В условиях постоянно возрастающих требований к качеству металла проблеме отсечки шлака при выпуске металла из конвертера уделяется внимание с начала 70-х годов XX века. Тем не менее, в России до настоящего времени в основном используется визуальный способ: оператор, управляющий сливом из конвертера, по изменению цвета струи металла, а также по изменению шума, создаваемого падающей струей, судит о проникновении шлака и поворачивает конвертер в исходное положение. При этом результат сильно зависит от квалификации (и отношения) оператора, а зачастую условия процесса не позволяют относительно точно определить момент проникновения шлака даже опытному оператору. В результате в ковш попадает непредсказуемое количество высокоокисленного шлака со всеми вытекающими из этого последствиями.

Можно выделить наиболее применяемые методы и соответствующие комплексы оборудования для отсечки шлака при сливе стали из сталеплавильного агрегата:

- методы и комплексы оборудования, предусматривающие действия изнутри сталеплавильного агрегата, например, подачу шаров или элементов других форм с помощью манипуляторов;
- методы и комплексы оборудования, предусматривающие действия вне сталеплавильного агрегата: газодинамическая отсечка шлака с комплексом специального оборудования и манипуляторов; шиберные затворы.

Перспективным решением для отсечки конвертерного шлака является применение пневматического манипулятора, выполненного в виде шлакового стопора, установленного непосредственно перед выпускным отверстием [1]. На рис.1 показан общий вид манипулятора для закрывания выпускного отверстия конвертера. Устройство для закрывания выпускного отверстия конвертера содержит механизм 1 подвода запирающего газа, установленный на оси 2 вращения, имеющей отверстие 3, и размещенный на опоре 4. Вблизи выпускного отверстия 5 конвертера установлен поворотный рычаг 6 с соплом 7, выполненный в виде трубы 8 для подвода запирающего газа. Поворотный рычаг снабжен приводом 9 и системой подвода рабочей среды привода, а в опоре выполнено отверстие 10, совпадающее с отверстием оси 2 при вводе сопла 7 в выпускное отверстие 5 конвертера. На поворотном рычаге 6 и опоре 4 установлены дополнительные цапфы 11-14 для крепления элементов 15 и 16 привода 9. Привод выполнен в виде гибких связей 17 и 18, шарнирно закрепленных на дополнительных цапфах 11, 12 и 13, 14 соответственно и эластичных оболочек 19, 20 соединенных с системой подвода рабочей среды.

Гибкие приводы обладают рядом преимуществ по сравнению с приводами на основе традиционных пневмоцилиндров: значительно большие развиваемые усилия (особенно в начале диапазона сокращения), существенно меньшая масса, больший диапазон регулирования скоростей, значительно меньше трение между подвижными частями механизма, отсутствие утечек, большая удельная мощность, снижение эксплуатационных затрат, существенно меньшая стоимость [2].

Манипулятор для закрывания выпускного отверстия конвертера работает следующим образом. В период продувки стали в конвертере, поворотный рычаг 6 с соплом 7 повернут в исходное положение (рис. 1 – положение А). Выпускное отверстие 5 конвертера открыто. Ввод в работу устройства для закрывания выпускного отверстия конвертера происходит в следующей последовательности. После завершения продувки подается рабочая среда – газ в эластичную оболочку 19 под определенным рабочим давлением. Эластичная оболочка 19 воздействует на гибкую связь 17, которая принимает определенную кривизну. В результате сокращается продольный линейный размер между дополнительными цапфами 11 и 12, что обеспечивает поворот рычага 6 с соплом 7 на заданный угол в рабочее положение (рис. 1 – положение Б). При подходе сопла 7 к выпускному отверстию 5 конвертера отверстие 3 в оси 2 и отверстие 10 в опоре 4 начинает совмещаться и запирающий газ – азот поступает в полость трубы 8, а оттуда через сопло 7 в полость отверстия 5. Сопло 7 обеспечивает формирование струи запирающего газа – азота. Конвертер начинают поворачивать в положение слива, при этом запирающий газ отсекает первичный шлак, попавший в выпускное отверстие при наклоне. Рычаг 6 с соплом 7 возвращают в исходное положение А. По мере слива стали и появления в выпускном отверстии 5 шлака, рычаг возвращают в рабочее положение Б и в отверстие 5 подается струя отсекающего газа. При выполнении операции отсечки шлака, конвертер возвращают в исходное вертикальное положение, а рычаг 6 возвращается в первоначальное исходное положение А.

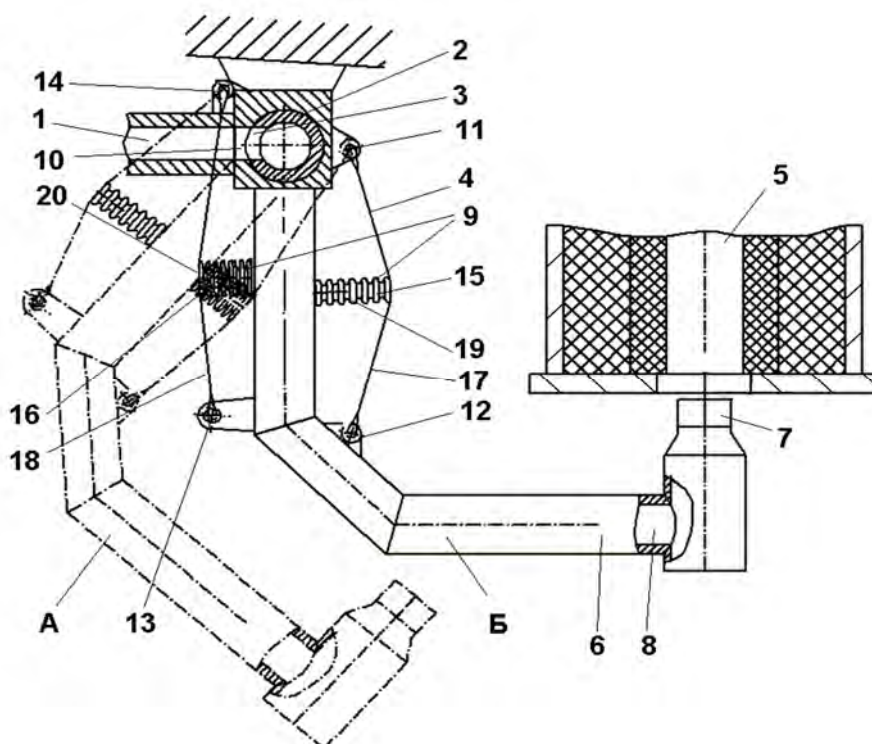


Рис. 1. Автоматический манипулятор-стопор с гибким приводом

Работа систем пневмопривода в непосредственной близости от выпускаемого металла и шлака требует применения специальных конструкций систем распределения рабочей среды – газа для отсечки шлака и для обеспечения систем приводов – двигателей манипулятора. Большие расходы отсекающего газа требуют применения систем распределения и подачи отсекающего газа, совмещенного с элементами конструкции манипулятора.

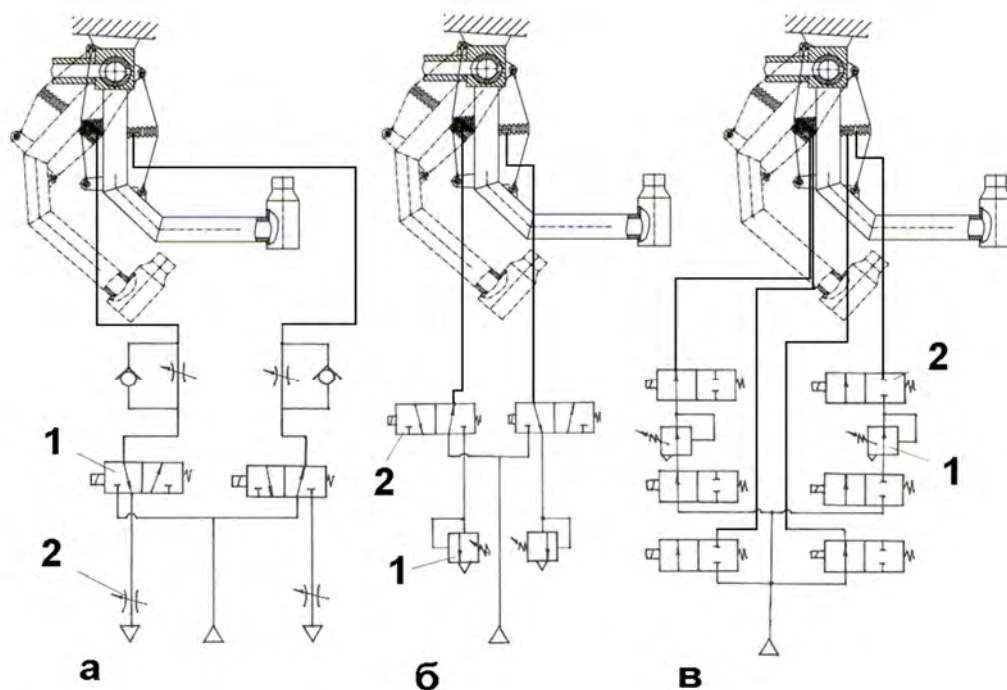


Рис. 2. Схемы пневматического привода манипулятора

На рис. 2 представлены варианты схем пневматического привода манипулятора. На рис. 2, а представлена схема, обеспечивающая подачу сжатого газа под определенным рабочим давлением в один из приводных элементов манипулятора с одновременным сбросом из другого через распределители 1. В схеме использованы регулируемые дроссели 2. На схеме на рис. 2, б используются клапаны 1 давления нормально закрытого типа и трехлинейных распределителей 2. На рис. 2, в приведена схема с использованием редуционных пневмоклапанов 1 и двухлинейных распределителей 2. В схемах на рис. 2 б, в при подаче сжатого газа в один из приводных элементов одновременно обеспечивается поддержание определенного заданного давления в другом приводном элементе.

Отсутствие подвижных деталей и элементов привода (штоков, поршней, уплотнений) позволяет обеспечивать устойчивую работу устройства для закрывания выпускного отверстия конвертера. Все это в целом обеспечивает стабильную подачу запирающего газа в момент отсечки, уменьшает количество шлака попадающего в сталеразливочный ковш и повышает качество разливаемого металла.

Библиографический список

1. Пат. на полезную модель 41017 U1 Российская Федерация, МПК⁷ C21C 5/45, F27D 3/15. Устройство для закрывания выпускного отверстия конвертера / Рашников В.Ф., Тахаутдинов Р.С., Корнеев В.М., Вдовин К.Н., Точилкин В.В., Даровских А.Н., Филатов А.М., Бодяев Д.А., Зайцев С.Ю. (РФ). Оpubл. 10.10.2004, Бюл. № 28. 2 с.
2. Точилкин В.В., Умнов В.И. Разработка металлургического манипулятора с гибкими приводными элементами // Современные материалы, техника и технология: материалы международной научно-практической конференции (22 декабря 2011 г.). – Курск: Юго-Зап. гос. ун-т, 2011. – С. 321–323.

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ГИБКИХ ПРИВОДОВ

Е.Г. Колесникова студентка - 3курса, Е.А. Савинская студентка - 3курса, В.И.

Умнов – старший преподаватель

Рассматриваются конструкции гибких пневматических приводов, основу которых составляют эластичная надутая оболочка, армированная гибкими нерастяжимыми связями. Приводится краткое описание наиболее значимых конструкций и классификация приводов. Анализируются конструкции по способу армирования оболочки гибкими связями, форме оболочки, виду гибких связей и их расположению относительно оболочки. Также нами рассмотрены вопросы использования стальных лент в качестве гибких связей.

Ключевые слова: гибкие приводы; механическая мышца; оболочка; стальная лента

В настоящее время известно уже большое количество конструкций подобного типа и имеется четкое представление о том, что понимается под гибким приводом. Это техническое устройство, состоящее из эластичной оболочки и армирующих гибких нерастяжимых связей. Деформируясь под действием рабочего тела (обычно сжатый воздух), оболочка опирается на гибкие связи, которые даже при незначительной поперечной нагрузке приводят к значительным тянущим усилиям и осевому сокращению оболочки. Такие приводы в литературе называются также: «пневматические мускулы», «механические мышцы», «двигатели оболочкового типа», «приводы с гибкими или гибко-эластичными элементами» и т.п. Преимуществами гибких приводов по сравнению с традиционными приводами на базе пневмоцилиндров являются: значительно большие развиваемые усилия (особенно в начале диапазона сокращения), большой диапазон регулирования скоростей, значительно меньше трение между подвижными частями привода, существенно меньшая стоимость, возможность полной герметизации внутренней полости, большая удельная мощность, уменьшение потребления газа, снижение эксплуатационных затрат. Однако им свойственны некоторые и недостатки: диапазон перемещений линейного двигателя составляет небольшую часть от длины, несколько меньший диапазон рабочих температур, и особенности: нелинейные характеристики исполнительного двигателя, является приводом одностороннего действия [1].

В диссертации F. Daerden [2] со ссылкой на статью J. Marcinčin and A. Palko [3] утверждается, что первые пневмомышцы были разработаны еще в 1930 году русским изобретателем С. Гарасиевым. Но обычно говорится о первых публикациях на эту тему с 50-х годов прошлого века. Одно из первых изобретений - эластичная диафрагма Morin (рис.1) [4].

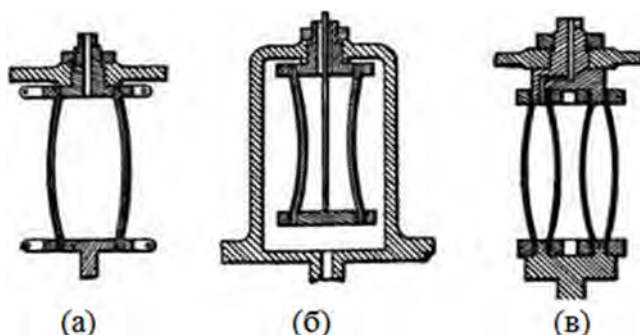


Рис. 7. Диафрагма Morin

Это упругие мембраны, деформируемые под действием давления рабочего тела для использования в измерительных приборах, клапанах и аналогичных устройствах. В

патенте предлагается три варианта конструкции эластичных диафрагм: с избыточным давлением (рис. 1,а), с разрежением (рис. 1,б), и конструкция концентрических мембран (рис. 1,в). Типичное рабочее давление и другие характеристики не упоминаются. В этой конструкции в резиновую трубку встраиваются нити высокой жесткости, работающие на растяжение. Нити по описанию могут быть направлены вдоль оси привода или по двойной спирали вокруг этой оси (рис. 2). Нити предполагается выполнять из хлопка, вискоза, асбеста или стали; материалов, доступных на то время. Рабочим телом являются сжатый воздух, воды, масло или пар.

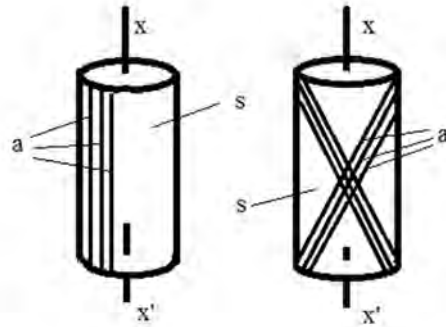
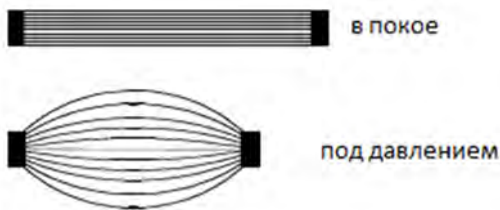
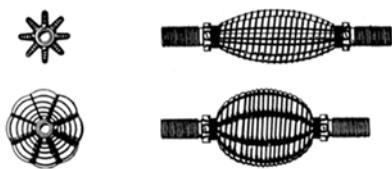


Рис. 8. Расположение нитей на диафрагме Morin



Привод Morin послужила прототипом для мышцы Baldwin [5]. Она состоит из очень тонких резиновых трубок, в которые встроены стеклянные нити в осевом направлении. В результате трубка имеет модуль упругости в направлении волокон, что существенно выше, чем в направлении, перпендикулярном слоям (рис. 3).

Рис. 9. Мышца Baldwin



В мышце Yarlott [6] используются нити продольного направления и спиральная для ограничения расширения оболочки (рис.4). Под давлением этот привод принимает форму эллипсоида.

Рис. 4. Мышца Yarlott

Особенностью привода Paynter [7] является форма оболочки, которая в полностью нагруженном состоянии, имеет форму гиперболоида. На рис. 5 показан принцип работы этого типа мышц.

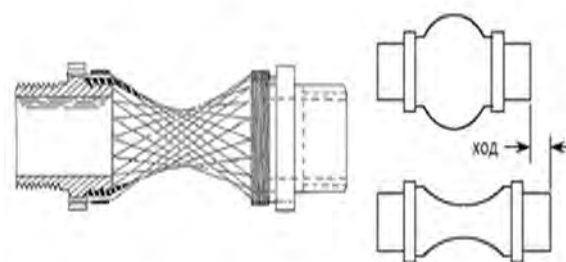


Рис. 5. Привод Paynter

Kleinwachter и Geerk описывают в своем патенте [8], как надувные трубки могут быть использованы в разработке вращательного привода. Привод имеет диафрагмы тороидальной формы и нити, которые идут наискось в радиальном направлении (рис. 6). При повышении давления в диафрагме нити вращают вал в направлении φ , как указано на рисунке.

Gaylord предложил гибкий привод, который описан как камеру, окруженную тканевой оболочкой, которая сокращается при подаче давления и расширению (рис. 7) [9]. Предлагаются варианты плетеных оболочек

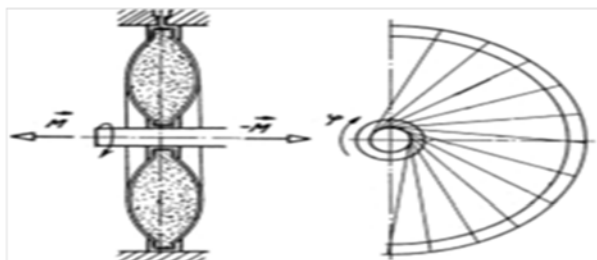


Рис. 6. Вращательный привод Kleinwachter

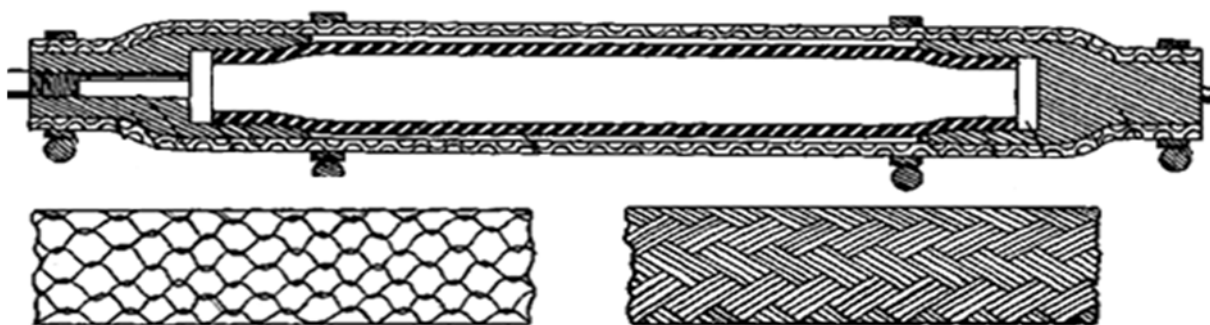


Рис. 7. Привод Gaylord

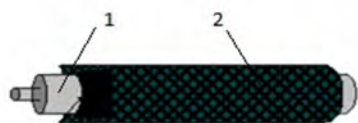


Рис. 8. Мышца Маккибена

Наиболее известным гибким приводом является мышца McKibben Muscle. Эта мышца была введена врачом Д. Маккибеном для ортопедических целей в пятидесятые годы прошлого [10]. Она представляет собой тонкостенную эластичную трубку 1, армированную сеткой-оплеткой 2, полученной нитями, уложенными спирально крест-накрест в виде

набора ромбических ячеек (рис. 8) .

Разновидностью пневмомыщ Маккибена являются устройства, в которых спиральные нити правого 1 и левого 2 направления уложены между герметичной внутренней 3 и внешней 4 гибких оболочек (рис.9) [11]. Нити закреплены на торцах 5 и 6. Для защиты герметичной внутренней оболочки и уменьшения трения нити укладываются вместе со смазкой, такой как тальк или графит.

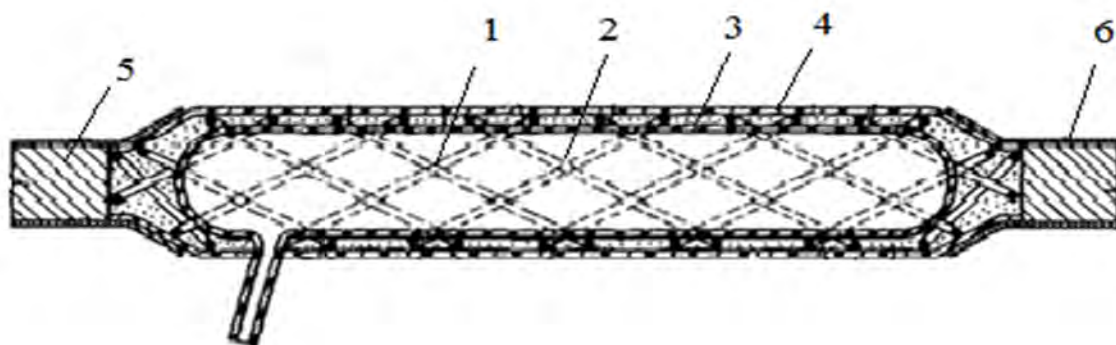


Рис. 9. Привод Veullens

Привод Kukulj [12] имеет основное различие с мышцей Маккибена в конструкции системы гибких нитей. Если в мышце Маккибена оболочка оплетена плотно, то привод Kukulj использует сетку, которая опирается на оболочку только в нагруженном состоянии. На рис. 10 показана мышца Kukulj в нагруженном, в промежуточном и в рабочем состоянии.

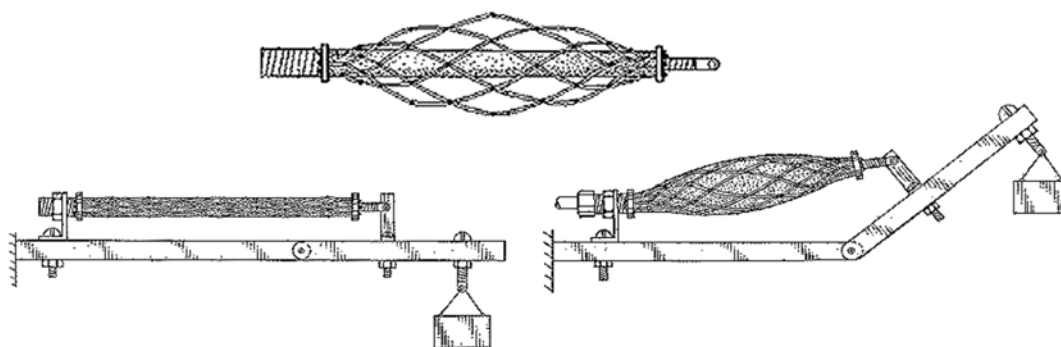


Рис. 10. Мышца Kukulj

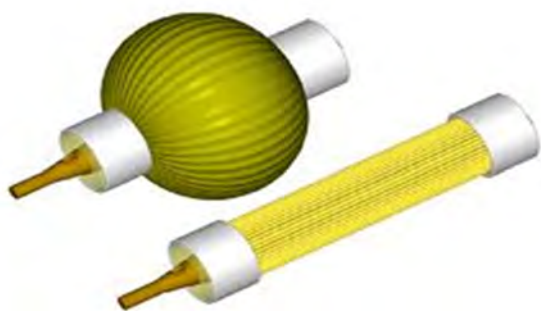


Рис. 11. Плиссированный мускул

Представляют большой интерес так называемые плиссированные или гофрированные пневматические искусственные мышцы разрабатываемые D. Lefeber, F. Daerden и др. исследователями из Брюссельского Свободного университета [13]. Особенностью этих мышц является гофрированная оболочка с продольными складками, куда укладываются гибкие нити

(рис. 11). При повышении давления складки разворачиваются, что снижает радиальные

напряжения в оболочке.

Было изучено большое количество конструкций. Только патентов США было просмотрено на веб-сервисе <http://www.google.com/patents> более 60: US2211478, US2392279, US2483088, US2642091, US2844126, US2991763, US3638536, US3645173, US3854383, US4108050, US4393728, US4502280, US4615260, US4715588, US4721030, US4733603, US4739692, US4751869, US4784042, US4792173, US4794912, US4819547, US4819547, US4826206, US4841845, US4890602, US4893613, US4915017, US4939982, US4962751, US4974497, US5014515, US5014600, US5018436, US5021064, US5031510, US5079999,

US5080000, US5090297, US5111848, US5185932, US5201262, US5351602, US5529293, US5586482, US5937732, US6067892, US6223648, US6223648, US6279933, US6478652, US6811168, US6840152, US6868773, US6916049, US7185580, US7256350, US7536729, US7723611, US7770508, US7779747, US7837144.

На основе анализа описаний конструкций выявлено, что основные различия гибких приводов состоит в способе армирования оболочки гибкими связями, форме оболочки, виде гибких связей и их расположению относительно оболочки. Определено, что принципиальное различие гибких приводов состоит в способе армирования, которой определяет передачу энергии от рабочего тела через эластичную оболочку на гибкие связи. Это в первую очередь определяет силовые характеристики, технологию производства, ресурс и стоимость приводов [14]. По этому признаку гибкие приводы можно разделить на приводы с внутренним и наружным армированием.

По принципу внутреннего армирования построена конструкция пневматического мускула MAS крупнейшего в области производства пневмоавтоматики концерна FESTO. Был использован высокотехнологический способ создания объемной ромбической сетки. Поверх тонкой трубки эластомера наносится тонкий слой усиливающего полимера и укладывается спиралью армирующая нить. Далее опять наносится слой усиливающего полимера, и укладывается армирующая нить противоположного направления. Полученная ромбическая сеть заливается окончательным слоем полимера. Производство приводов с внутренним армированием связано с предъявлением высочайших требований к физико-механическим характеристикам материала эластичной оболочки, поскольку оболочка работает в условиях значительных знакопеременных нагрузок.

По принципу наружного армирования создан воздушный мускул Air Muscle компании Shadow Robot Company. Мускул выполнен из резиновой оболочки, взаимодействующей наружной поверхностью с системой гибких нитей в виде сетчатого чулка с ромбическими ячейками. Использование подобных конструкций сопровождается неизбежным трением поверхности оболочки и армирующих связей, т.к. имеет место схема опирания гибких нитей на деформируемое основание.

Оболочки обычно имеют осесимметричную форму – цилиндр, сфера, эллипсоид, гиперболоид, тор. Гибкие связи представляют обычно систему отдельных нитей или сетки. Они располагаются относительно оболочки в продольном, поперечном направлении или под углом, образуя ромбическую сетку.

Недостаточно изучен вопрос использования стальных лент в качестве гибких связей. Стальные ленты находят применение в конструкциях манипуляторов, где гибкий элемент значительной длины испытывает большие нагрузки. В конструкции привода робота [15] гибкая связь в виде одиночной ленты 1 шарнирно закреплена на звеньях манипулятора в концевых узлах 2, 3. Звено 4 манипулятора совершает поворот при подаче давления в эластичный баллон 5, а при снятии давления возвращается под действием пружины 6 (рис.12, а). Подобные схемные решения приводных элементов позволяют использовать их для привода звеньев, соединённых кинематическими парами IV класса. В схеме манипулятора, изображенной на рис.12,б [16], поворот звена 1 относительно звена 2 обеспечивается приводными элементами 5 и 6, установленных в разных плоскостях. Поворот звена 3 относительно звена 2 обеспечивают приводные элементы 4 и 6. Приводной элемент может содержать также и встречно установленные гибкие ленты 1 и 2, между которыми находится рабочий баллон 3 (рис.12) [17]. Гибкие связи – ленты крепятся в поворотных узлах крепления 4 и 5.

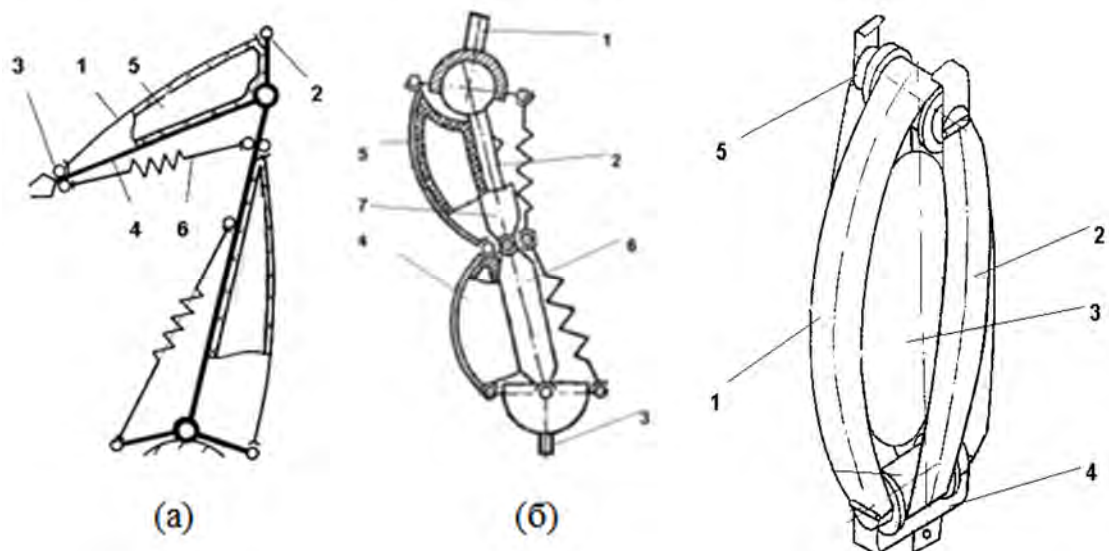


Рис. 12. Схемы манипуляторов с гибкими приводами

Ответственным местом работы гибких связей являются его крепления. Работа концевых узлов гибких связей во многом определяет надежность работы гибких связей приводных элементов. При разработке рабочих баллонов привода большое внимание следует уделять материалам оболочек. Правильный выбор материала определяет надежность работы рабочего баллона. При разработке эластичного баллона рассматриваемого привода принципиальные требования, предъявляемые к материалам оболочек рабочего элемента, сводятся к двум - прочности и непроницаемости рабочей среды, подаваемой в баллон. Обои требованиям удовлетворяют композиционные материалы, состоящие из силовой основы (ткани или сетки) и воздухонепроницаемого слоя (полимерного покрытия или дублирующей пленки).

Библиографический список

1. Колесникова Е.Г., Савинская Е.А, Умнов В.И. Гибкие приводы в робототехнике. – Молодежный Вестник ИрГТУ, 2012, №1. - Электронный ресурс. Режим доступа: - <http://mvestnik.istu.edu/>.
2. Daerden F. Conception and realization of pleated pneumatic artificial muscles and their use as compliant actuation elements, PhD thesis, Vrije Universiteit Brussel, 1999. http://lucy.vub.ac.be/publications/Daerden_PhD.pdf
3. Marcinčin J. and Palko A.. Negative pressure artificial muscle – an unconventional drive of robotic and handling systems. Transactions of the University of Košice, pp. 350 – 354, Riečansky Science Publishing Co, Slovak Republic, 1993.
4. Morin A. H. Elastic diaphragm, US Patent No. 2642091, 1953.
5. Baldwin H. A. Realizable models of muscle function, Proceedings of the First Rock Biomechanics Symposium, pp. 139–148, New York, 1969.
6. Yarlott J. M. Fluid Actuator, US Patent No. 3 645 173, 1972.
7. Paynter H. M. Hyperboloid of revolution fluid-driven tension actuators and methods of making, US Patent No. 4 721 030, 1988.
8. Kleinwachter H. and Geerk J. Device with a pressurizable variable capacity chamber for transforming a fluid pressure into a moment, US Patent No. 3 638 536, 1972.
9. Gaylord R. Fluid Actuated Motor System and Stroking Device. US Patent No. 2844126, 1955.
10. Schulte H. F. The characteristics of the McKibben Artificial Muscle", The

Application of External Power in Prosthetics and Orthotics, pp. 94–115, National Academy of Sciences–National Research Council, Publication 874, Lake Arrowhead, 1961.

11. Beullens Th. Hydraulic or Pneumatic Drive Device, US Patent No. 4 841 845, 1989.

12. Kukolj M. Axially contractible actuator, US Patent No. 4 733 603, 1988.

13. Daerden F., Lefeber D. Pneumatic artificial muscles: actuators for robotics and automation. *European Journal of Mechanical and Environmental Engineering*, Vol. 47, 2002, pp 10-21.

14. Марти А.Н. Предпосылки создания технических аналогов скелетных мышц // *Машиностроитель*. – 2007. – № 4. – С. 35–41. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.aae-press.ru/j0049/art005.htm>

15. А.с. 1021596 СССР, МКИ³ В25J 1/02. Хобот манипулятора / Ю.И. Мелентьев, В.М. Рябков, В.В. Точилкин, Н.И. Иващенко, (СССР). Оpubл. 07.06.83, Бюл. № 21.

16. А.с. 1283079 СССР, МКИ³ В25J 1/02. Исполнительный орган манипулятора / В.В. Точилкин, В.А. Новоселов, А.М. Филатов, Г.Н. Доценко (СССР). Оpubл. 15.01.87, Бюл. №2.

17. Пат. 2005063 Российская Федерация, МПК³ В25J 1/2. Исполнительный орган манипулятора / Точилкин В.В., Филатов А.М. (РФ). Заявка 5025141/08; Заявлено 31.01.92; Оpubл. 30.12.93, Бюл. № 47- 48. 6 с.

МЕНЕДЖМЕНТ И ЛОГИСТИКА НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

АНАЛИЗ ОБЩИХ ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ ЗАПАСАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Н.В. Бутакова, студентка гр. ОАП-08-1, О.С. Прокофьева, к.т.н., доцент кафедры Менеджмент и логистика на транспорте

Иркутский государственный технический университет (НИУ),
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

Управление запасами в логистике относят к ключевым активностям. Запасы требуют больших капиталовложений и поэтому представляют собой один из показателей, определяющий политику предприятия и влияющий на уровень логистического обслуживания в целом. Запасы не должны превышать определенного минимума. Лучшие их иметь в виде резервов производственных мощностей. При совершенствовании производства главенствующую роль должна играть работа по сокращению запасов.

Для управления запасами необходимо проводить анализ хранимого как по объему, номенклатуре, так и по стоимости. Для этого используют ABC – метод, а также основные методики управления запасами: методика заказов, MRP – методика, «KANBAN» - методика.

Ключевые слова: управление запасами; методики управления запасами.

Управление запасами представляет собой проблему, общую для предприятий и фирм любого сектора системы хозяйствования. Запасы требуются создавать в промышленности, розничной торговли, на предприятиях, фирмах и т.д.

Существует много причин, по которым фирмы идут на создание запасов. Основным доводом является то, что на предприятии должно быть определенное количество материальных ресурсов для поддержания производственного процесса. При отсутствии необходимого запаса предприятие может понести большие убытки.

Имеются и другие причины для создания запасов: например, сезонность, т.е. только в определенный сезон можно доставить продукцию потребителю. В свою очередь цены на сырье, используемое изготовителями, могут подвергаться значительным сезонным колебаниям. Когда низкая цена, выгодно создавать достаточные запасы сырья, которых хватило бы по мере надобности использовать в производстве. Другой момент, особенно важный для предприятий розничной торговли, состоит в том, что объем продаж и прибыль могут быть увеличены, если имеется некоторый запас товаров, который можно предложить потребителю.

В современных условиях хозяйствования в России одной из основных проблем деятельности предприятий является проблема роста цен. Значительное удорожание материальных ресурсов, необходимых для производственного процесса неблагоприятно сказывается на функционировании предприятия, ведет к перебоям в снабжении вплоть до остановки производственного процесса. Таким образом, вложение свободных средств в производственные запасы является одним из возможных способов избегания падения покупательной способности денег.

С другой стороны, предприятие, сумевшее предвидеть инфляционные процессы в экономике, создает запас с целью получения прибыли за счет повышения рыночной цены. В данном случае речь идет о спекулятивном характере создания запасов.

Процесс оформления каждого нового заказа на поставку материалов и комплектующих сопровождается рядом издержек административного характера (поиск

поставщика, проведение переговоров с ним, командировки, междугородние переговоры и т.п.). Снизить эти затраты можно сократив количество заказов, что равносильно увеличению объема заказываемой партии и, соответственно, повышению размера запаса.

Перечисленные тенденции или другие характерные явления для конкретных предприятий и отраслей оказывают серьезное влияние на запасы.

Задачей управления запасами является анализ изменения их объема и номенклатуры на складе, на основе которого документально устанавливается и фиксируется складской запас. Анализ может проводиться непрерывно, либо периодической инвентаризацией и фактическим определением наличия. На основе анализа по той или иной методике определяется и подается на заказ пополнение запаса.

Совокупность правил, по которым принимаются решения о пополнении запасов, называется стратегией (моделью) управления запасами.

В самом общем случае модель управления запасами можно представить в виде схемы (рис.1).

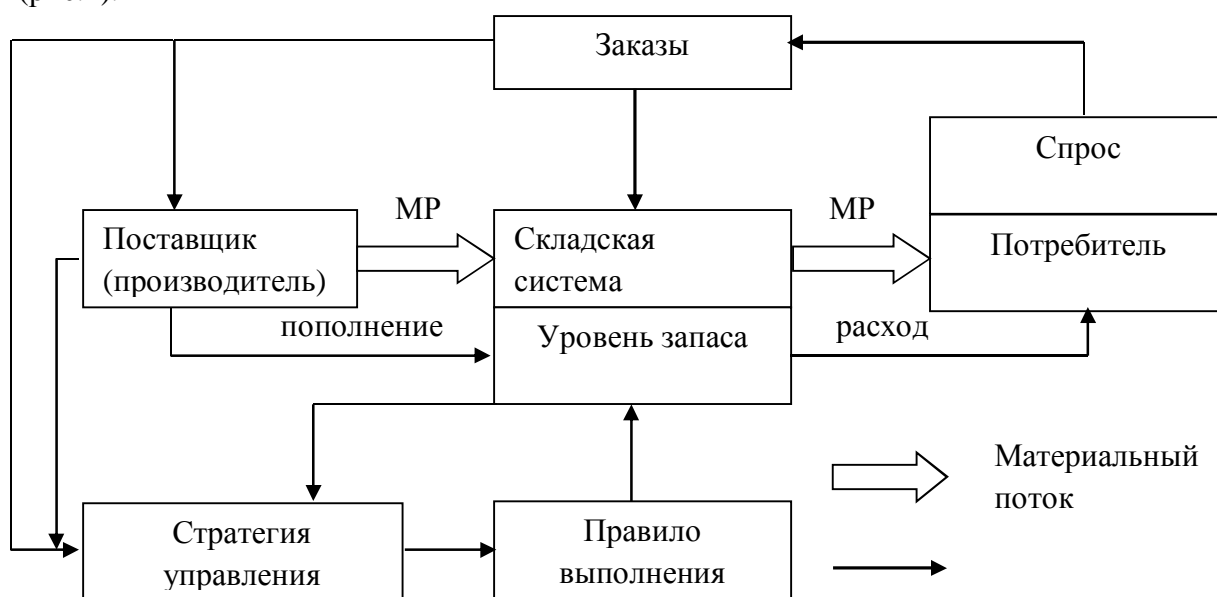


Рис.1. Модель управления запасами

Модель управления запасами, представленная на схеме, включает:

- Выбор и обоснование критерия оптимизации (минимум логистических издержек, минимум времени исполнения заказа, максимум надежности).
- Расчет издержек управления запасами.
- Определение и формулировку ограничений.
- Моделирование спроса (расхода) и пополнение запасов.
- Нахождение стратегии управления.

Проблема управления запасами волнует сегодня почти каждую компанию. Причем нужно решить задачу оптимального соотношения положительных сторон наличия запасов (обеспечение большей надежности в работе – непрерывность производственного процесса и/или удовлетворение потребностей покупателей) и отрицательных (расходы на содержание / хранение запасов и выведение из оборота капитала, инвестированного в запасы).

Для служб закупок приоритетным является постоянное наличие определенных запасов согласно понятию «запас карман не тянет». Финансовая и плановая службы

стремятся к сокращению запасов до минимально возможной величины (уменьшение общих издержек) и ускорение оборачиваемости текущих активов.

Управлять запасами – это прежде всего управлять затратами по поддержанию запасов, поэтому, принимая решение по установлению величины объемов и номенклатуры запасов, необходимо учитывать следующие важные стоимостные составляющие:

- Затраты на собственно хранение. Это расходы на приобретение или аренду складских помещений и складского оборудования, а также возможные убытки от порчи и хищения запасов, старение и обесценивание хранимого, потери от омертвления капиталов.

- Издержки, связанные с размещением заказов на пополнение запасов (учет и контроль наличных запасов, определение величины заказов, оформление документов).

- Потери от дефицита (нехватки) запасов.

- Расходы на пусконаладочные операции используемого оборудования при изменении номенклатуры и ассортимента производимой на нем продукции.

При проектировании и внедрении систем управления запасами рекомендуется использовать пять последовательных этапов, а именно:

1. Определение стоимости запасов, их номенклатуры и количественных характеристик (объем, время, месторасположение).

2. Проведение ABC и XYZ- анализов, выявление ключевых запасов, менее важных и второстепенных, а также возможных методов управления ими.

3. Регистрация методов и процедур, используемых компанией в настоящее время при управлении запасами. Определение критериев для оценки результативности системы управления запасами.

4. Сравнение существующих методов и процедур управления с требуемыми и разработка системы информационной поддержки, мониторинга запасов, хода выполнения заказов и издержек хранения.

5. Определение этапов (мероприятий) перехода из состояния «как есть» к состоянию «как надо». Создание новой или усовершенствование действующей системы управления запасами.

Существуют множество методик по управлению запасами (под этим понимается промежуток времени, приходящийся на обработку товара согласно твердо установленным правилам, или объем пополнения запасов). Основные из них:

1. Модель управления запасами с фиксированным размером заказа.

2. Модель управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами.

3. «MRP – методика» (планирование потребности в материалах – система планирования производственных ресурсов).

4. «KANBAN» - метод, обеспечивающий оперативное регулирование количества произведенной продукции на каждой стадии поточного производства.

Ответить на вопрос о механизме той или иной методики можно только, когда товар заказан в определенном количестве (под заказом подразумевается направление заявки поставщику).

При использовании модели с фиксированным размером заказа очередной заказ на поставку осуществляется при достижении уровня запасов, соответствующего точке заказа. Время подачи очередного заказа определяется интенсивностью расходования материальных ресурсов. Модель предполагает постоянный контроль остатка запаса. Она предусматривает постоянный контроль в виде проверки достижения уровня точки заказа каждый раз, когда проводится изъятие ресурсов из запаса или добавление их в запас.

Методика управления запасами с фиксированным размером заказа применяется таким образом, что сумма затрат на запас плюс сумма затрат на заказ должны быть

минимальными. Под затратами на заказ в случае закупок понимаются затраты на персонал покупателя и затраты на административную обработку заказа при получении оплаты. Под затратами на заказ на производство продукции понимаются затраты при начале производства продукции, затраты на персонал, занятый планированием и подготовкой работы, и затраты на административную обработку заказа. На практике довольно сложно выразить все эти затраты количественно. Чем выше количество заказанного, тем выше серийный запас и тем выше затраты на запас.

Однако верно и другое: чем выше количество заказанного, тем меньше заказов размещается, тем ниже общая сумма затрат на заказ. Величина заказанного, при которой затраты минимальны, называется экономическим заказом количества.

Практика показывает, что использование модели с фиксированным размером заказа целесообразно когда суммарные затраты на выполнении заказа и хранение более 5% стоимости самих запасов.

Управление по модели с фиксированным интервалом времени между заказами выявление остатка запаса осуществляется лишь по истечении контрольного периода. Модель в среднем имеет большой запас, так как наличие материальных ресурсов должно быть достаточным до момента следующей поставки через фиксированный интервал времени при возможном изменении скорости расходования запаса. В данной модели фиксирования интервала не предполагается, поскольку очередные поставки происходят по потребности при достижении точки заказа и дополнительного запаса создавать не нужно.

Модель с фиксированным интервалом времени между заказами используется для управления запасами дорогостоящих товаров, так как она обеспечивает наименьший средний размер запасов. Она применяется для товаров, которые относятся к критическим, так как для них организуется более жесткий контроль за наличием запасов и, следовательно, гибкое реагирование на риск отсутствия запаса. Однако, необходимо отметить, что модель сопряжена с большей трудоемкостью обслуживания, так как каждое добавление и изъятие товаров должно регистрироваться в системе управления запасами.

Суть методики MRP заключается в лучшем удовлетворении потребительского спроса за счет сокращения производственных циклов, минимизации запасов, лучшей организации поставок и быстрой реакции на изменения спроса. Система MRP представляет большую гибкость в планировании и обеспечивает уменьшение издержек по управлению запасами.

Решение задач расчета потребности в продукции производственного назначения в этой системе осуществляется совместно с задачами прогнозирования, контроля за состоянием запасов и др. При решении задач прогнозирования происходит: разработка прогноза потребности в сырье и материалах отдельно по приоритетным и неприоритетным заказам; анализ возможных сроков выполнения заказов и уровней страховых запасов производства с учетом затрат на формирование и хранение запасов; анализ качества обслуживания заказчиков и хозяйственных ситуаций с целью выбора оптимальной стратегии прогнозирования по каждому виду сырья и материалов. При решении задач управления запасами в MRP производится обработка и корректировка всей информации о поступлении, движении и расходе сырья и материалов, учет запасов в разрезе складских ячеек, выбор индивидуальных стратегий контроля и пополнения запасов для каждой позиции номенклатуры сырья и материалов, выдача информации о приближении запасов к точке заказа, анализ структуры запасов.

Системы MRP работают на основе производственного графика (расписания), который регламентируется и контролируется предприятием-изготовителем. Данная система оптимизирует запасы внутри производственных подразделений.

Концепция управления производством на основе методики «KANBAN» применяется в течение длительного времени. Она характеризуется следующими чертами:

1. Производственный процесс подразделяется на ряд подсистем типа «поставка – получение».
2. Управление транспортировкой товаров осуществляется из пункта назначения.
3. Для транспортировки используются стандартные контейнеры, снабженные специальной карточкой.
4. Регулирование общего количества материалов в обороте, включая полуфабрикаты, осуществляется косвенным образом путем установления верхней границы количества материалов, так как для каждого участка выдается заранее определенное количество карточек на каждый вид материала.

Методика «KANBAN» может применяться только в определенных случаях, и не всегда его использование целесообразно. Одним из наиболее значимых последствий применения технологии «KANBAN» считается сложность осуществления средне- и долгосрочного планирования точных объемов потребности в материалах. Переход на технологию «KANBAN» целесообразен только в тех случаях, когда вопросы оптимизации по экономии издержек на переналадку производства не играют большой роли.

Сторонники методики «KANBAN» особо подчеркивают возможность сокращения запасов на складах сырья и материалов на промежуточном хранении и на складах готовой продукции путем немедленной поставки материалов при возникновении необходимости в них для производства.

Подводя итог, отметим, что применение подобных систем на российских предприятиях желательно, но не всегда возможно из-за нестабильной экономической политики, инфляции, несовершенства налогового законодательства.

Для многих российских предприятий, прежде всего, нужно решить две актуальные задачи: четко отслеживать номенклатурное состояние запасов и постоянно контролировать изменение его величины. Если эти задачи не решены, то налаживать управление запасами не имеет смысла.

Библиографический список

1. Гаджинский А. М. Логистика. – М.: Информационно-внедренческий центр «Маркетинг», 1999. – 228 с.
2. Зайцев Н. Л. Экономика промышленного предприятия. – М.: ИНФРА-М, 1998. – 336 с.
3. Кейлер В. А. Экономика предприятия. – М.: ИНФРА-М, Новосибирск: НГАЭиУ, 1999. – 132 с.
4. Неруш Ю.М. Логистика: учебник для вузов – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2006. – 520с.
5. Основы логистики: учебник для вузов / Под ред. В.А. Гудкова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 351с.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ РЫНКА ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК

Ю.В. Тарасюк, к.т.н., доцент кафедры МиЛТ, ИрГТУ, Н.С. Васильева, студентка гр. ОАП-07-1, А.С. Ходоева, студентка гр. ОАП-07-1

Рассмотрено состояние рынка грузовых перевозок. Влияние кризиса 2008 г. на данную сферу деятельности. Обозначены причины падения перевозок на разных видах транспорта. Рассмотрены преимущества и недостатки автомобильного транспорта, возникшие проблемы. Представлен прогноз дальнейшего развития. Ключевые слова: рынок грузовых перевозок, объем перевозок, грузооборот, автомобильный, железнодорожный, магистральный трубопроводный, внутренний водный, морской, воздушный виды транспорта, преимущества и недостатки автомобильного транспорта, проблемы перспективы развития.

В настоящее время развитие экономики любой страны невозможно без развития транспорта, и все большее развитие получает не столько производство, сколько оказание услуг – именно, перевозка. В странах с развитой рыночной экономикой доля занятых в сфере перевозок весьма велика и наблюдается тенденция увеличения этой доли. В этих государствах сегодня довольно трудно для предприятия или частного лица отыскать и занять новую нишу практически на любом рынке, это относится и к рынку транспортных услуг. Хотя степень конкуренции на различных видах транспорта отличается [1].

Рынок грузовых перевозок, в свою очередь, зависит от состояния экономики, промышленности, товарообмена. В частности, мировой кризис 2008-2009 г.г. отрицательно сказался и на перевозках. В России транспортные компании ощутили на себе мировой экономический кризис лишь осенью 2008 года, как следствие снижения оборотов промышленности, строительства, спада на потребительском рынке России. Т.к. грузоперевозки относятся к вторичному рынку – оказание услуг, - то и пик спада пришелся как раз на середину 2009 года, в то время как в отрасли производства уже начал наблюдаться постепенный рост и оживление.

В середине 2009 года несколько центров провели исследование рынка грузоперевозок в России за 2008 год. Так по данным Росстата [4] (рис.1, 2), объем перевозок грузов организациями всеми видами транспорта (без трубопроводного и железнодорожного транспорта не общего пользования) составил порядка 8365,4 млн.т (99,7% к уровню 2007 года), грузооборот - 2480,5 млрд.т-км (101,2%). В структуре объема коммерческих перевозок грузов России преобладает доля автомобильного и железнодорожного транспорта (58,3% и 36,5% соответственно). При этом сохраняется тенденция роста доли автомобильного транспорта, который смог более или менее удержать свои позиции, и сокращение доли перевозок железнодорожным транспортом (в 2007 году доля автомобильного транспорта составляла 56,3% и железнодорожного - 38,5%). Однако грузооборот железнодорожного транспорта в 2008г. вырос на 1,1% - до 2 трлн. 113,2 млрд. т-км.

После проведения детального анализа выяснилось, что доля перевозок в вагонах холдинга «РЖД» (инвентарный парк вагонов ОАО «РЖД» + парк ДЗО «ОАО «РЖД») в 2008 году в общем объеме перевозок составила 55,4%, что на 2,2% ниже. В сегменте внутри российских перевозок доля перевозок «РЖД» составила 59,4% (-2,7%), экспортных перевозок - 51,7% (-1,7%), импортных перевозок - возросла до 38,5% (+2,2%), а в сегменте транзитных перевозок увеличилась на 1,3% и составила 34,9%.

За период кризиса в 2008 году наиболее всего пострадали компании авиаперевозчики по причине перехода клиентов в режим экономии. Снизились показатели, как по объему - уровень 2000 года, так и по обороту, но не в столь значительной степени – показатель начала 2007 года.

Наименее всего от кризиса пострадал сегмент морских и речных грузоперевозок. Так объемы перевозок морским транспортом в 2008 году выросли почти на треть (27%) и составили 35,7 млн. тонн. В том числе перевозки в заграничном плавании увеличились на 34% и составили 27,3 млн.тонн, в каботажном плавании - на 8% и составили 8,5 млн.тонн. Грузооборот морского транспорта увеличился против уровня 2007 года на 21,5 % и составил 85 млрд. т-км.

Однако за период острой фазы экономического кризиса, пришедшегося на конец 2008 г. и фактически весь 2009 год автомобильные грузовые перевозки упали в грузообороте на 16,7% и в объеме на 24%, железнодорожные перевозки упали на 11,8% в грузообороте и в объеме на 15%, грузовые авиа перевозки снизились в объеме на 30 % , а в грузообороте на 5,5 %.(2) В 2009 году отрасли несколько помогло падение цен на авиационный керосин.

Объём грузоперевозок морским транспортом еще увеличился по сравнению с уровнем 2008 года на 6,6% и составил 37,3 млн. т. Грузооборот морского транспорта увеличился на 16,1% и составил 97,5 млрд. т-км.

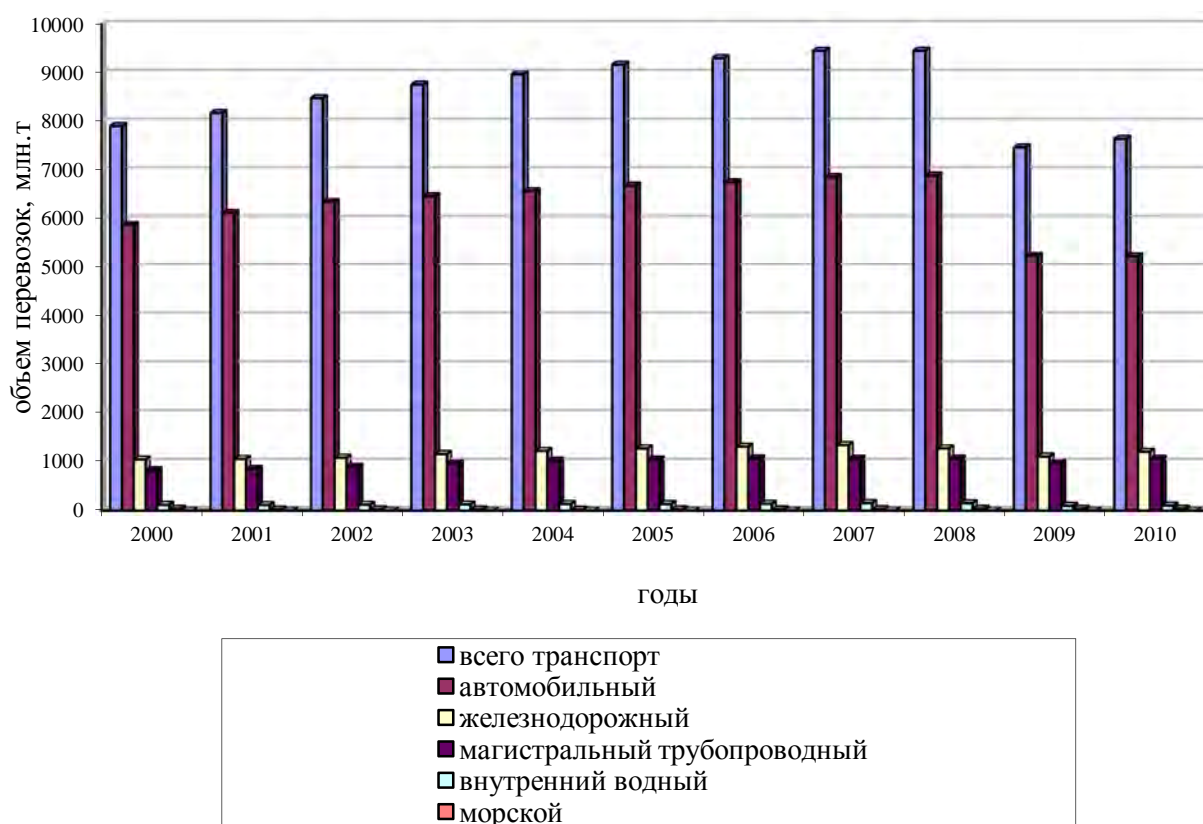


Рис. 1. Объем перевозок грузов по видам транспорта и в целом

То есть, наиболее всего пострадали перевозки автомобильного сектора. Причины в падении перевозок для каждого вида транспорта свои, так для автогрузового - уменьшение объема груза и увеличение расстояния транспортировки, для железнодорожного - увеличение стоимости тарифов, слаборазвитая и устаревшая инфраструктура вблизи крупных ж/д узлов, а за счет этого – простой груза, для авиационного - переход клиентов в режим экономии и ориентация на более дешевые виды транспортных услуг.

По данным проведенного исследования, за 2009 год число участников рынка грузоперевозок упало на 18%. Это связано с тремя причинами:

- с сокращением числа клиентов (мнение 39% респондентов),
- с сокращением объемов перевозимой продукции и сырья (49%),

-с неплатежеспособностью клиентов (12%).

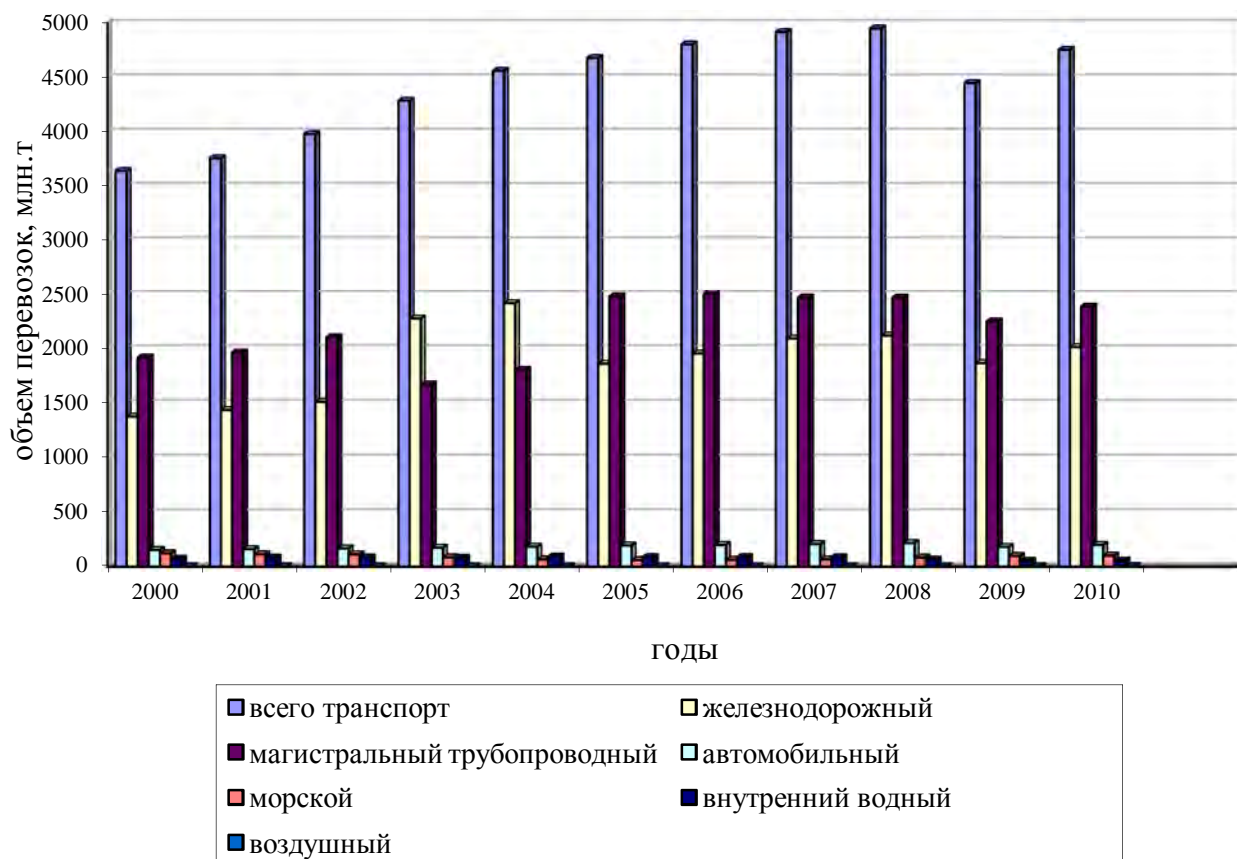


Рис. 2. Грузооборот по видам транспорта и в целом

По мнению всех респондентов, львиную долю закрывшихся компаний составили автоперевозчики с лизинговым парком автомобилей. С наступлением кризиса у некоторых из них не хватило средств для покрытия кредитов (84%), оставшимся банки повысили ставки или потребовали досрочного погашения задолженности (16%). Также стали пользоваться большей популярностью экономичные варианты доставки грузов, например – перевозка сборных грузов. Именно в 2009 году количество клиентов с подобными заявками увеличилось на 33% [3].

При этом, основным критерием выбора транспорта был и остается экономический фактор, т.е. стоимость перевозки, которая составит основу транспортных издержек потребителей. В условиях рыночных отношений могут учитываться и другие факторы, влияющие на общую эффективность обслуживания отраслей транспортом. К ним следует отнести, прежде всего, фактор времени, вид груза, расстояние и маршрут перевозки, стоимость страховки, складских работ, грузонапряженность отдельных участков маршрута, частоту отправки, спрос и предложение на транспортном рынке, наличие ограничений на данном виде транспорта или на отдельном участке, национальные обычаи или государственное законодательство. Значимость отдельных факторов (1— лучший показатель) приведена в табл. 1.

Такой подход следует рассматривать как приблизительный, поскольку рациональная сфера деятельности транспорта связана с ограничениями, которые могут быть наложены конкретными условиями эксплуатации в данном регионе или требованиями рынка.

Основными технико-эксплуатационными особенностями и достоинствами автомобильного транспорта следует считать [2]:

1. маневренность и большую подвижность, мобильность;
2. доставку грузов или пассажиров «от двери до двери» без дополнительных перегрузок или пересадок в пути следования;
3. автономность движения транспортного средства;
4. высокую скорость доставки;
5. широкую сферу применения по территориальному признаку, видам груза и системам сообщения;
6. более короткий путь следования по сравнению с естественными путями водного транспорта.

Относительными недостатками автомобильного транспорта являются:

1. большая себестоимость;
2. большая топливозаэнергоёмкость, металлоёмкость;
3. низкая производительность единицы подвижного состава;
4. наибольшая трудоёмкость;
5. загрязнение окружающей среды.

Таблица 1

Выбор вида транспорта

Критерий сравнения	Вид транспорта				
	Железнодорожный	Автомобильный	Водный	Воздушный	Трубопроводный
Скорость доставки	3	2	4	1	5
Частота отправки	4	2	5	3	1
Надежность (соблюдение графика)	3	2	4	5	1
Способность перевозить разные грузы	2	3	1	4	5
Доступность	2	1	4	3	5
Стоимость 1 ткм	3	4	2	5	1

В транспортной отрасли проблем достаточно. Причем есть как общие проблемы для всей отрасли, так и частные для каждого вида грузового транспорта.

Коснемся только автомобильного транспорта.

Проблема первая - много старого грузового транспорта, который не только истощает бюджет организации, требуя постоянного ремонта, но и немало вредит качеству предоставляемых услуг и напрямую влияет на ценообразование.

Проблема вторая - развалился лизинг грузового транспорта после кризиса.

Проблема третья - дороговизна топлива: бензин, солярка, дизтопливо в сравнении с другими развитыми странами.

Проблема четвертая - наши дороги, которые требуют как обновления покрытия, так и расширения вблизи крупных узлов распределения груза.

Проблема пятая - слабая сеть придорожных большегрузных автосервисов, или ее отсутствие.

Проблема шестая - попытка нагрузить дополнительным налогом владельцев большегрузного транспорта для пополнения бюджета в дорожный фонд.

Проблема седьмая – необходимо стабилизировать тарифные ставки на начальном этапе и в дальнейшем выработать грамотную политику по регулированию стоимости услуг.

В качестве прогноза по развитию грузоперевозок можно отметить общую тенденцию роста в этой сфере, что обусловлено ростом инвестиций в промышленность, машиностроение, добычу сырья, грамотной коррекцией цен (незначительный темп повышения тарифов на услуги), переориентацией спроса потребителя на отечественного производителя и, следовательно, увеличение запросов на внутренние перевозки.

Если говорить отдельно про автомобильные грузовые перевозки, то ввиду больших расстояний, дороговизны железнодорожных и авиауслуг, строительства современных автомагистралей, перспективы автомобильных грузоперевозок по России безграничны.

Сильный скачек в перевозках автотранспортом может обеспечить грамотно поставленная работа с крупными распределительными узлами и повышение качества предоставляемых услуг, а так же за счет снижения себестоимости всех технологических циклов самой транспортной компании. При этом здоровая конкуренция всегда способствовала развитию в данной сфере деятельности.

Библиографический список

1. Тарасюк Ю.В. Повышение эффективности функционирования стоянок автомобильного транспорта. Дисс. на соиск. уч. ст. к. т. н., Иркутск, 2004. – 239 с.
2. Троицкая Н.А. Единая транспортная система: Учебник.- М.: Академия, 2003. – 240 с.
3. www.kc-ozd.ru/2011_4_13.html
4. www.tr-index.ru

К ВОПРОСУ ВЫБОРА МАРКИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ

Ю.В. Тарасюк, к.т.н., доцент кафедры МиЛТ, ИрГТУ, А.О. Канзеров, студент гр. ОАП-07-1, А.В. Тарновский, студент гр. ОАП-07-1

Рассмотрены факторы, влияющие на эффективность работы предприятия. Самым весомым является состояние подвижного состава. Рассмотрено влияние марки подвижного состава на эффективность работы предприятия. Предположены и проанализированы причины выбора той или иной марки подвижного состава. Предложена методика проведения исследований. Предложено рассмотреть выбор марки подвижного состава по двум факторам: экономическому и фактору надежности. Определены исследуемые характеристики.

Ключевые слова: автотранспортные предприятия, факторы, влияющие на выбор подвижного состава, экономических фактор, фактор надежности, гарантийное обслуживание.

Главной целью деятельности любого автотранспортного предприятия является получение максимальной прибыли от перевозок, которой можно достичь только в том случае, когда его подвижной состав соответствует сегодняшним условиям хозяйствования

Эффективность работы такого предприятия зависит от многих факторов, в частности:

1. состояния имеющегося в нем подвижного состава;
2. своевременного выполнения технического обслуживания и ремонта;
3. квалификации ремонтного персонала;
4. квалификации водителей;
5. дисциплины на предприятии;
6. местонахождения предприятия;
7. от методов организации перевозок и т.д.

Взаимодействие различных факторов и влияние их на эффективность работы предприятия в целом, представлено на рис. 1.

Среди перечисленных факторов самым весомым является состояние имеющегося на предприятии подвижного состава, что на сегодняшний день является проблемным для всего транспортного комплекса страны. Улучшение состояния парков позволит повысить эффективность работы транспортного предприятия и выйти из трудного финансового положения.

Эффективность работы предприятия можно повышать, влияя на каждый из факторов, представленных на рис. 1: внедрением оптимальных маршрутов перевозок и новых автотранспортных услуг, привлечением квалифицированного ремонтного персонала и т.д.

Эффективность работы подвижного состава непрерывно связана с остальными факторами. К примеру, провозная возможность парка главным образом зависит от технико-эксплуатационных параметров автомобиля: грузоподъемности, скорости, трудоемкости ТОиР. Но, с другой стороны, величина производительности может изменяться под действием факторов, не зависящих от модели автомобиля, таких как:

условия эксплуатации, методы организации перевозок, квалификация водителя и ремонтного персонала, снабжение запасными частями и материалами и т.д.

При выборе автомобиля их оценку необходимо провести с учетом влияния данных факторов. В зависимости от них эксплуатация автомобиля в одних условиях может оказаться эффективной, а в других условиях нет. Поэтому при оценке нужно выбирать те

условия, которые свойственны предполагаемой области эксплуатации автомобиля, и их влияние следует принять одинаковым для всех сравниваемых автомобилей.

При планировании работы грузового предприятия перед владельцами встает нелегкий вопрос выбора подвижного состава, так как в настоящее время в РФ эксплуатируется большое количество грузовых большегрузных автомобилей, как отечественного, так и импортного производства.



Рис. 1. Влияние различных факторов на эффективность работы предприятия [1]

Предположим некоторые причины выбора той или иной марки техники. Это может быть:

- а. положительный прошлый опыт эксплуатации;
- б. приемлемая цена автомобиля;
- в. приемлемая стоимость обслуживания;
- г. наличие официального дилера или организации, обслуживающей данную марку подвижного состава;
- д. большой срок гарантии;
- е. приемлемая стоимость запасных частей и их наличие;
- ж. приемлемые интервалы ТО и другие.

Наиболее значимыми являются, по убыванию, приемлемая цена, зачастую, минимальная цена техники; приемлемая стоимость обслуживания, в том числе, запасных частей; и, немаловажен, положительный прошлый опыт эксплуатации. То есть, предприятие желает купить автомобили той марки, которую ранее уже эксплуатировало. И здесь уже не столь важно истинное «поведение» техники в эксплуатации, а в большей степени то, что предприятие уже знает заранее, на что способна техника, что можно от нее ожидать, и, имея

прошлый опыт эксплуатации, предприятие научилось справляться с трудностями в обслуживании. Как правило, такое «терпение» предприятия проявляют к относительно дешевой технике российского производства – порядка в 2 и более раз, по отношению к импортной.

Независимо от причины выбора той или иной марки техники, покупатель надеется на ее надежность в работе. Обычно под понятием «надежность» имеется в виду, бесперебойность работы, то есть безотказность. На практике это выражается количеством автомобиле-дней в работе (при том, конечно, что простои не были по организационным причинам - отсутствием фронта работ).

При этом, пребывание автомобилей в работе (автомобиле-дни) определяется суммированием количества автомобилей, выпущенных на линию, за каждый день отчетного года, независимо от количества отработанных смен в течение суток [2].

В связи с этим, предлагается следующая методика проведения исследований (рис. 2).

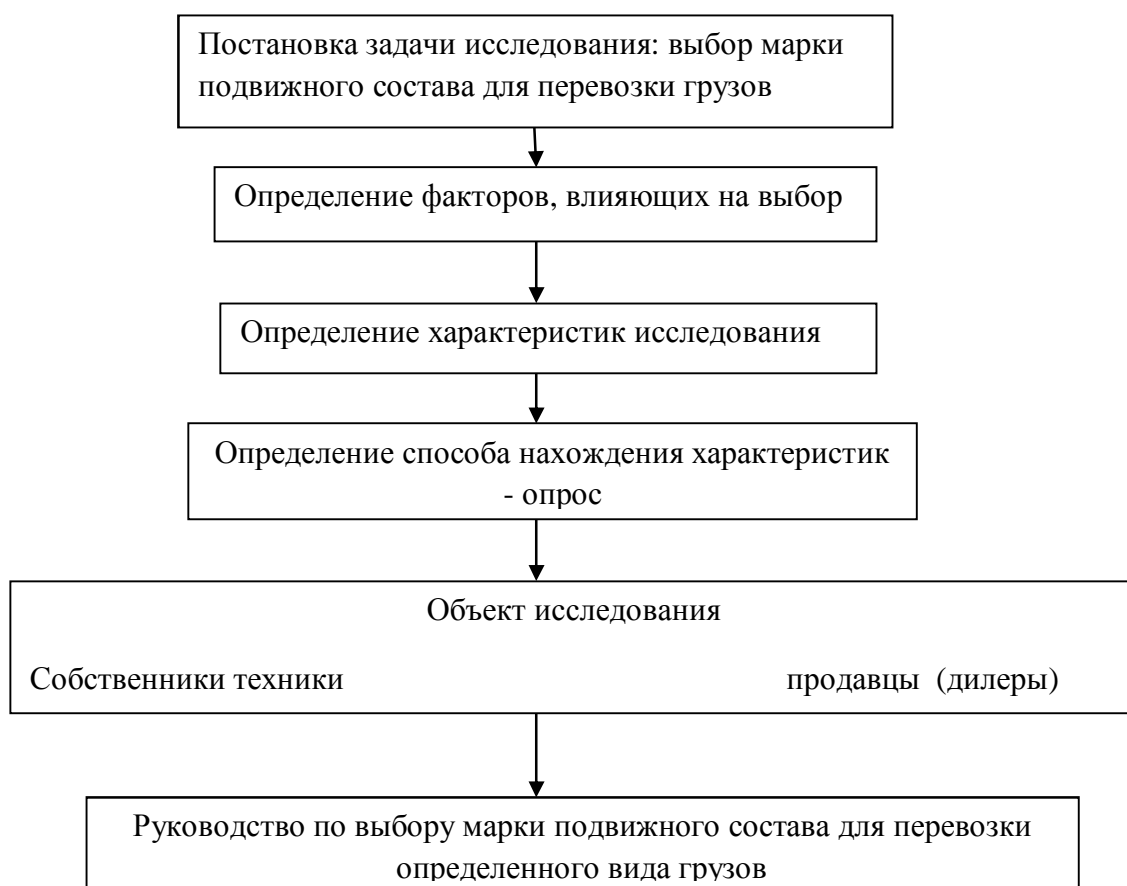


Рис. 2. Методика проведения исследований

Согласно данной методике, предлагается рассмотреть два основных фактора:

1. экономический, то есть соотношение «прибыль-затраты».
2. надежность, то есть способность работать бесперебойно, которая зависит:
 - 2.1 от производителя, то есть, в любом сегменте, есть производители, продукт которых вызывает доверие априори.
 - 2.2 Надежной считается техника, количество дней нахождения в ремонте которой стремится к минимуму.

Это в свою очередь зависит не только от производителя, но и от:

1. условий работы, то есть, где работает автомобиль: черта города, междугородние перевозки или работа в карьере; каковы характеристики дорожного покрытия (асфальтированная, гравийная дорога или в основном бездорожье);

2. объема выполняемой работы или загрузки работы подвижного состава: как много работает автомобиль в течение года. Ответ на этот вопрос могут дать знания:

2.1 объема перевозимого груза, но предприятия этот показатель могут учесть, если автомобиль работал только на маршрутах по договорам перевозки, на самом деле, предприятия наряду с выполнением «своих» договоров, практикуют также предоставление в аренду подвижного состава, и учет тогда производится по часам работы или дням.

2.2 величины пробега автомобиля в течение года, однако, общий пробег также не дает точной картины загруженности автомобиля, необходимо иметь представление о величинах пробегов с грузом и без, на предприятии это сложно сделать;

2.3 фактической загрузки автомобиля, зачастую, фактическая грузоподъемность превышает номинальную, по некоторым данным до 10-15 %. Что приводит к быстрой изнашиваемости техники, уменьшает ее возможный срок службы. На предприятиях эти данные вообще не подлежат никакому учету.

3. качества обслуживания: важно ведь не только приобрести автомобиль, но и правильно, квалифицированно обслужить его. И здесь могут быть два варианта: либо автомобиль ставят на гарантийное обслуживание, либо нет, то есть, предприятие самостоятельно его обслуживает.

Если дилер обслуживает технику (первый случай)

+ (плюсами является) гарантийное обслуживание не только выгодно ограждает от груза забот и проблем владельца автомобиля, но и оправдывает его первоначальные вложения, так как в течение этого срока производитель возмещает стоимость затрат, необходимых для устранения неисправности, возникшей из-за дефекта материала или в процессе заводского изготовления;

+ при окончании гарантийного обслуживания, владелец техники может заключить договор на пост гарантийное обслуживание, таким образом, с большой долей вероятности, автомобиль будет всегда «на высоте»;

- среди минусов (по словам покупателей) - дороговизна обслуживания у дилера, необходимость соблюдения определенных условий для сохранения гарантии, таких как: соблюдение правил эксплуатации и ухода за автомобилем, проведение своевременно и в полном объеме, планового технического обслуживания исключительно на сервисных станциях официального дилера, запрет на превышение допустимых эксплуатационных параметров автомобиля, запрет на использование автомобиля в спортивных мероприятиях, а также в учебных целях, запрет на внесение самостоятельно изменений в конструкцию автомобиля, запрет на производство без согласования завода-изготовителя замены стандартных узлов, деталей и агрегатов, а так же на производство самостоятельно разборки, ремонта узлов и агрегатов автомобиля.

Несомненно, гарантия накладывает определенные обязательства на владельца техники, но и взамен получает квалифицированное своевременное обслуживание автомобиля.

Зачастую предприятие занимается обслуживанием техники самостоятельно.

+экономия денежных средств;

- необходимость содержать собственную базу по ТО и Р данной марки подвижного состава; проводить обучение персонала по ремонту техники данной марки.

На практике часто получается, все, что предприятие вкладывает в технику – это средства на покупку, далее пытается экономить – на обслуживании, оригинальных запасных частях и др. В итоге – даже самая хорошая техника выходит из строя – как результат, мнение собственника – техника плохая.

В этой связи предпринимается попытка разобраться на практике: как ведут себя автомобили схожих технических характеристик, но разных марок подвижного состава, работающих в примерно одинаковых условиях? Каковы причины сбоев в работе? И есть ли разница в плане надежности у автомобилей, обслуживаемых в сервисных станциях официального дилера и в ремонтной базе своего предприятия?

Библиографический список

1. Нуретдинов Д.И. Методика выбора типа подвижного состава для автотранспортного предприятия по технико-экономическим критериям. Дисс. на соиск. уч. ст. к. т. н., Набережные Челны, 2004. – 172 с.
2. www.6pl.ru/transp/pgks_8.htm

ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ ГОРОДОВ

УДК 623.3

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛИТЕБНОЙ ТЕРРИТОРИИ МИКРОРАЙОНА «РАБОЧЕЕ» Г. ИРКУТСКА

Ю.А. Ильиных, студентка, e-mail: Ulia172007@yandex.ru, Е.С. Макарова, студентка, e-mail: keisha@inbox.ru, А.В. Зедгенизов, доцент кафедры Менеджмента и логистики на транспорте, тел./факс: (3952)-40-53-53, e-mail: azedgen@gmail.com.

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет

Рассмотрен режим функционирования улично-дорожной сети (УДС) микрорайона «Рабочее» г. Иркутска. Предложена методика получения исходных данных по структуре и числу зданий и типов использования территории. Получена структура застройки рассматриваемого района. Выявлены отклонения от основных градостроительных нормативов. Предложены перспективы дальнейшего развития исследований в рассматриваемом районе.

Ключевые слова: транспортная инфраструктура, генерация корреспонденций, емкость расчетного транспортного района, транспортное зонирование.

За последнее десятилетие значительно увеличился уровень автомобилизации населения. Это привело к насыщению улично-дорожной сети транспортными средствами. В часы «пик» скорость передвижения значительно уменьшилась, а загрязнение воздуха значительно увеличилось. Все это значительно ухудшает условия движения и приводит к росту аварийности. Для анализа функционирования транспортной сети и разработки рекомендаций по ее совершенствованию необходимо проводить специальные обследования. В данной работе мы проводим обследование территории микрорайона «Рабочее» г. Иркутска на предмет номенклатуры застройки. Полученные результаты помогут спрогнозировать дорожную ситуацию в микрорайоне. Таким образом, можно утверждать, что название статьи анализ использования селитебной территории жилого района «Рабочее» г. Иркутска представляет научный и практический интерес».

Анализ использования селитебной территории микрорайона «Рабочее» прежде всего, обязывает исследователя запастись исходной статистической информацией о номенклатуре расположенных в микрорайоне объектов их численности и структуре. Такая статистическая информация может быть извлечена из современных геологических информационных систем (2GIS, GoogleEarth и др.), являющихся достаточно точными для сравнительного анализа. В данной работе была использована геологическая информационная система «2GIS». При обследовании мы пользовались инструментом «Площадь» для определения площади зданий (рис.1).

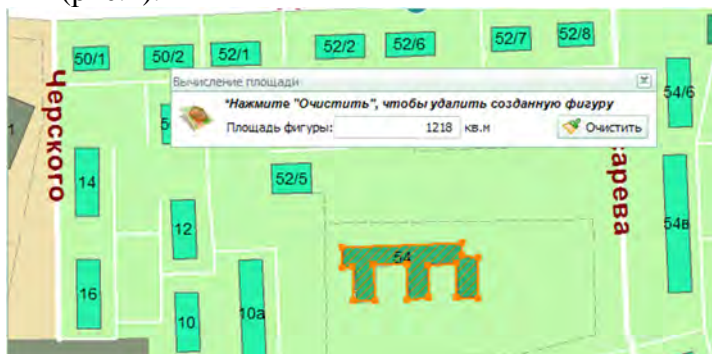


Рис. 1. Измерение площади в 2GIS

В результате натурных обследований и данных, полученных в 2GIS, была составлена база данных в программе Microsoft Excel. Для наглядности нами были построены диаграммы по структуре застройки микрорайона.



Рис. 2. Структура типов объектов м-на «Рабочее» по численности строений

Судя по рисунку можно сделать вывод о том, что в м-не Рабочее по численности строений преобладает жилая застройка (83%), службы сервиса составляют 5%, объекты розничной торговли – 4%, 3% от общей численности строений составляют офисы, 2% - промышленные зоны и по 1% каждый составляют объекты образования, зоны отдыха и развлечений и учреждения государственной власти. Жилые зоны делятся в следующей пропорции (рис. 3).



Рис. 3. Структура подтипов объектов "Жилые зоны" по численности строений



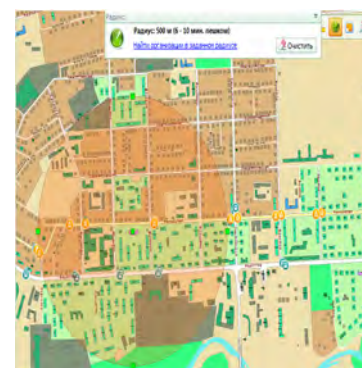
Рис. 4. Структура типов объектов м-на «Рабочее» по суммарной площади

На данном рисунке видно, что в м-не «Рабочее» по суммарной площади преобладает жилая застройка (71%), зоны отдыха и развлечений составляют 11%, службы сервиса составляют 8%, промышленные зоны - 3%, объекты розничной торговли составляют 3%, 2% составляют офисы, и по 1% составляют объекты образования и учреждения государственной власти.

Фактическое значение площади рассматриваемого микрорайона равно 546,9 Га. Размеры земельных участков, выделяемых около жилых домов на индивидуальный дом превышает норму и составляет 1341 м². На 1289 домов приходится территория 1728683 м².



а)



б)

Рис. 5. Примеры замеров основных показателей функционирования территории микрорайона «Рабочее»

Среднее расстояние между въездами на территорию составляет 1,08км (рис. 4а), что значительно превышает нормативное значение.

Расположение детских дошкольных учреждений в радиусе 500 м. (рис. 4б), данное значение превышает нормативный показатель. Расположение физкультурно-спортивных центров жилых районов в радиусе 600 м, что соответствует нормативным показателям. Поликлиники расположены в радиусе 1300 м², что превышает нормативные значения. В

данном районе расположена одна городская поликлиника №15. Аптеки расположены в радиусе 510 м, что соответствует нормативным показателям. Расположение предприятий торговли, общественного питания и бытового обслуживания местного значения в радиусе 350м, данное значение соответствует нормативному показателю. Отделения связи и филиалы сберегательного банка расположены в радиусе 500м, что соответствует норме. Расстояние от края основной проезжей части магистральных дорог до линии жилой застройки составляет 15 м, что является недостаточным. В данном случае необходимо увеличить расстояние между краем проезжей части и линией жилой застройки либо за счет сдвига проезжей части в противоположную сторону от жилой застройки, либо линию жилой застройки переместить на необходимое расстояние. Расстояние между пешеходными переходами на магистральных дорогах составляет 350 м, что соответствует норме. Дальность пешеходных подходов до ближайшей остановки общественного пассажирского транспорта – 300м, что является нормой. Размеры земельных участков складов составляют 0,36 м²/чел, что говорит о небольшой площади складов в данном районе. В соответствии с СНиП 2.07.01-89* [3] сравниваются следующие важнейшие показатели функционирования территории (табл. 1).

Таблица 1

Показатели функционирования территории микрорайона «Рабочее»

Наименование показателя	Нормативное значение [СНиП]	Фактическое значение	Примечание
Общая площадь, Га	10-60 микрорайон Жилой район 60-250	546,9	П.2.6 (Превышает значения жилого района)
Размеры земельных участков, выделяемых около жилых домов на индивидуальный дом, м ² .	400-600	1341	Отношение общей площади к числу домов
Среднее расстояние между въездами на территорию, м	300	1080	
Размеры земельных участков складов, м ² /чел	2	0,36	
Радиус обслуживания, м:			
Детские дошкольные учреждения	300	500	
Физкультурно-спортивные центры жилых районов	1500	700	
Поликлиники и их филиалы	1000	1300	
Аптеки	500	510	
Предприятия торговли, общественного питания и бытового обслуживания местного значения	500	350	
Отделения связи и филиалы сберегательного банка	500	500	
Расстояние от края основной проезжей части магистральных дорог до линии жилой застройки, м	50	15	

Расстояние между пешеходными переходами на магистральных дорогах: В одном уровне В разных уровнях	200-300 300-400	350 -	
Плотность сети линий наземного общественного пассажирского транспорта, км/км ²	1,5—2,5	0,3	
Дальность пешеходных подходов до ближайшей остановки общественного пассажирского транспорта, м	500-600 м	300	

Сравнение полученных статистических данных с нормативными значениями (СНиП 2.07.01-89*) позволяет сделать ряд выводов:

- по структуре строений и площади застройки исследуемая территория является жилым районом, преимущественно низкоэтажной застройки (80%);
- Основные градостроительно-транспортные нормативы выполняются частично (примерно на 50%), особенно низким является плотность сети линий наземного общественного пассажирского транспорта, которая более чем в 5 раз ниже предписываемой;
- Положительным является то, что в жилом районе аптеки находятся в радиусе доступности (500м), предприятия торговли, общественного питания и бытового обслуживания местного значения находятся в радиусе доступности (1500 м);
- Недостатками является значительное расстояние между въездами на территорию, превышающее нормативные значения (300м).
- Недостаточное количество детских дошкольных учреждений в данном микрорайоне. В этом случае необходимо строительство новых детских дошкольных учреждений.

В дальнейшем для исследования функционирования УДС микрорайона «Рабочее» необходимо изучение передвижений населения микрорайона на индивидуальном и общественном транспорте. Это позволит выявить закономерности распределения транспортных потоков в данном микрорайоне и, следовательно, позволит оценить качество функционирования УДС и качество транспортного обслуживания населения.

Библиографический список

1. URL:<http://waksman.ru/Russian/2008/II.htm>
2. URL:<http://www.xjtek.ru/anylogic/articles/>
3. Основы теории транспортных систем: учеб. пособие / А. Э. Горев; СПбГАСУ. – СПб., 2010. – 214 с.
4. СНиП 2.07.01-89*. Градостроительство планировка и застройка городских и сельских поселений.
5. Справочник проектировщика. Градостроительство. Под общ. Ред. В.Н. Белоусова. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.,стройиздат, 1978, 367 с., с ил.

УДК 623.3

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛИТЕБНОЙ ТЕРРИТОРИИ МИКРОРАЙОНА «ИРКУТСК 2»

Ю.А. Ильиных, студентка, e-mail: Ulia172007@yandex.ru, Е.С. Макарова, студентка, e-mail: keisha@inbox.ru, А.В. Зедгенизов, доцент кафедры Менеджмента и логистики на транспорте, тел./факс: (3952)-40-53-53, e-mail: azedgen@gmail.com.

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет

Рассмотрен режим функционирования микрорайона «Иркутск2». Предложена методика получения исходных данных по структуре и числу зданий и типов использования территории. Получена структура застройки рассматриваемого района. Выявлены отклонения от основных градостроительных нормативов. Предложены перспективы дальнейшего развития исследований в рассматриваемом районе.

Ключевые слова: генерация поездок, емкость расчетного транспортного района, генерация корреспонденции.

Иркутская область также как и другие регионы России столкнулась с проблемами вызванными увеличением уровня автомобилизации. Число транспорта в г. Иркутске неуклонно увеличивается [7], быстрее, чем муниципальные власти успевают строить новые дорожные сооружения и увеличить пропускную способность старых. Все это привело к возникновению пробок, затруднительному движению, ухудшению экологии и ухудшению условий для нормального развития предприятий города. Для решения возникшей проблемы существует ряд способов, которые являются весьма дорогостоящими. Примерами решений транспортных проблем являются: ограничения въезда в центр города, организация перехватывающих парковок, ограничения владения личным транспортом и строительство платных дорог и др. [2].

В данной работе, как частный пример, рассматривается микрорайон г. Иркутска «Иркутск 2». На его примере предпринимается попытка оценить режим функционирования улично-дорожной сети этого микрорайона. Для этого в данной работе проводятся натурные замеры, исследуется номенклатура типов использования территории [1]. Все исследование сводится в наглядные диаграммы, в которых хорошо отражается общее предназначение территории. При достаточно точном разделении типа использования территории и применении значений удельной генерации к каждому из рассматриваемых типов использования территории можно получить весьма точные оценки по прогнозу загрузки УДС. Следовательно, можно утверждать, что анализ использования селитебной территории микрорайона «Иркутск 2» представляет научный и практический интерес.

Анализ использования селитебной территории микрорайона «Иркутск 2» прежде всего, обязывает исследователя запастись исходной статистической информацией о номенклатуре расположенных в микрорайоне объектов их численности и структуре. Такая статистическая информация может быть извлечена из современных геологических информационных систем (2GIS, Google Earth и др.), являющихся достаточно точными для сравнительного анализа. При помощи натурных замеров была получена информация о номенклатуре расположенных в микрорайоне объектов, их численности. Воспользовавшись программой 2GIS мы определили площадь, занимаемую рассматриваемым объектом, а так же площадь его прилегающей территории. Полученные данные были обработаны и сведены в таблицы, по которым, в дальнейшем, были построены диаграммы. Эти диаграммы представлены ниже (рис. 1-2).

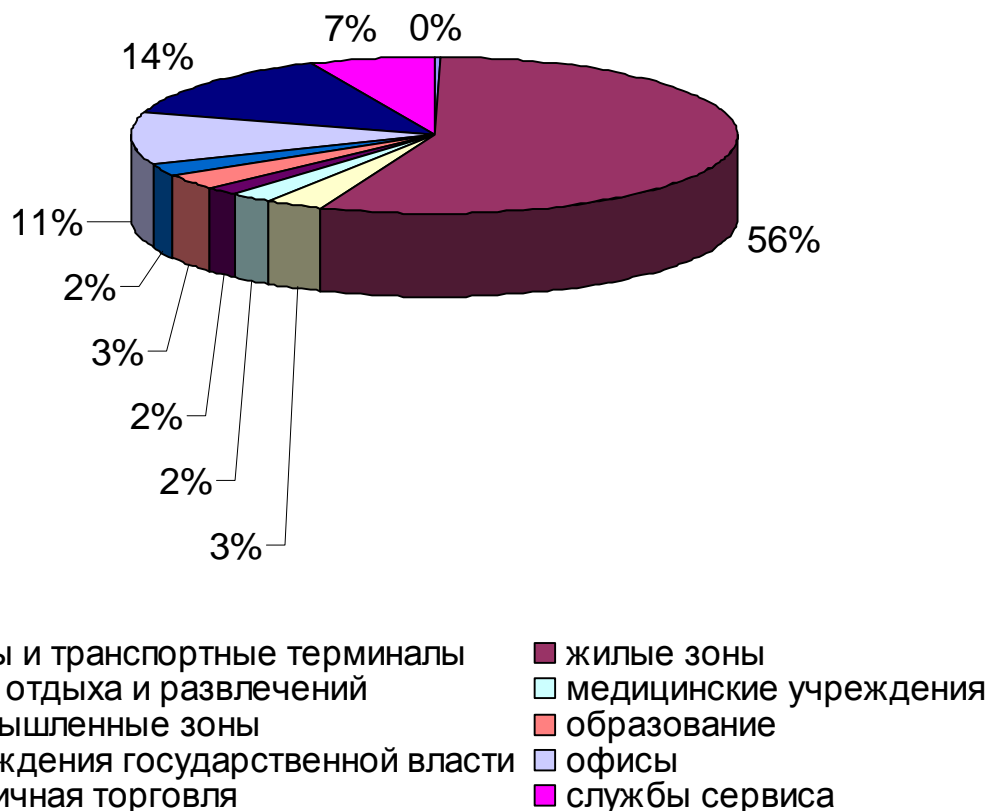
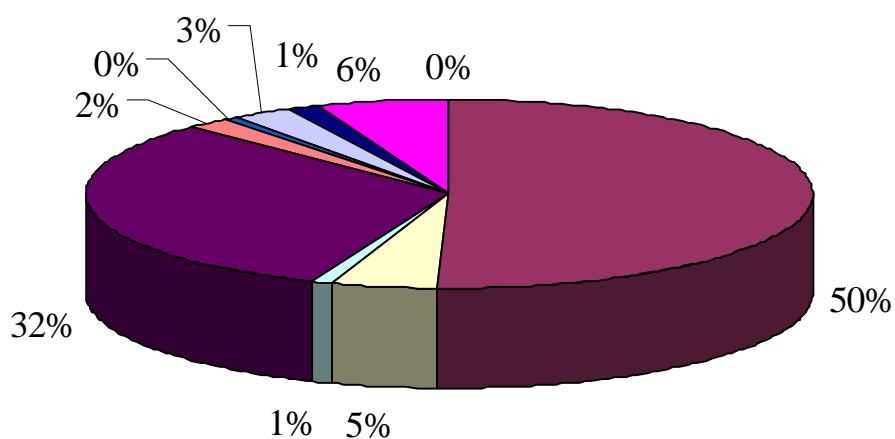


Рис. 1. Структура типов объектов по численности строений

На основании проведенных исследований по данной зоне было выявлено, что большую часть в ней занимают селитебные зоны, то есть его можно отнести к спальному району. Это объясняется большим количеством жилых застроек. Не мало важно, размещение розничной торговли в данной зоне, которой отведено 14%, так как к ней можно отнести большую часть проживающего населения. Медицинские учреждения и промышленные зоны находятся в равных долях, по 2%, основной пик притяжения местного населения можно отнести на утреннее время. Учреждениям государственной власти отведено 2% так как люди посещают эти учреждение по мере надобности и в определенные часы приема. Зоны отдыха и развлечений находятся на равных долях с образованием, по 3%. Офисы занимают 11%, то есть люди по мере необходимости обращаются в какие-либо компании и фирмы. Службы сервиса занимают 7%, а порты и транспортные терминалы отсутствуют.

При сравнении, рассматриваемой номенклатуры объектов, по суммарной площади строений можно сказать, что наибольшую часть занимают жилые зоны, 50% (рис. 2). Поскольку рассматриваемый район является комбинированным, то 32% от всей территории приходится на промышленные зоны, на которые приходится большая часть трудовых тяготений населения. Зоны отдыха и развлечения занимают 5%, говорит о том, что эти объекты имеют и свою долю притяжения населения, занимая выгодное положение в жилых зонах. Не мало на себя притягивают и службы сервиса, куда население обращается по мере необходимости. Оставшиеся малые проценты по площади распределены на следующие объекты: образование, учреждение государственной власти, офисы. Наличие в районе объектов торговли товарами первой необходимости и наличие досуговых центров снижает потребность населения этого жилого района в совершении дополнительных корреспонденциях.

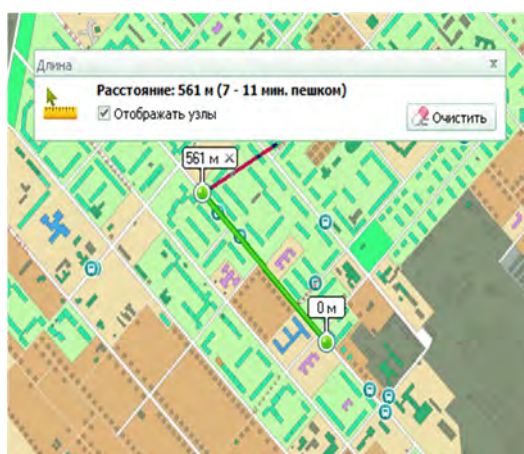


- | | |
|-----------------------------------|------------------------|
| порты и транспортные терминалы | жилые зоны |
| зоны отдыха и развлечений | медицинские учреждения |
| промышленные зоны | образование |
| учреждения государственной власти | офисы |
| розничная торговля | службы сервиса |

Рис. 2. структура типов объектов по суммарной площади строений

Фактическое значение площади рассматриваемого микрорайона равно 21879856 м² (2187,9 Га). Размеры земельных участков, выделяемых около жилых домов на индивидуальный дом значительно превышают норму, они равны 2009 м². На 316 домов приходится территория 634817 м² (рис. 1а). Среднее расстояние между въездами на территорию составляет 561 м. (рис. 1б), что превышает нормативное значение.

Размеры земельных участков складов составляет 825573 м² (рис. 1г).



а)

б)



в)



г)

Рис. 3. Примеры замеров основных показателей функционирования территории микрорайона «Иркутск 2»

Расположение детских дошкольных учреждений в радиусе 238 м. (рис. 1в), охватывает только третью часть района. Физкультурно-спортивные центры жилых районов расположены в радиусе 616 м охватывает почти половину района, и укладывается в нормативное значение. Расположение поликлиник в радиусе 381 м охватывает третью часть района и не превышает нормативное значение. Аптеки расположены в радиусе 318 м, что входит в нормативные рамки. Отделения связи и филиалы сберегательного банка расположены в радиусе 457 м, которые занимают меньше половины и значение не превышает нормы. В соответствии с СНиП 2.07.01-89* [3] сравниваются следующие важнейшие показатели функционирования территории (табл. 1).

Таблица 1

Показатели функционирования территории микрорайона «Иркутск 2»

Наименование показателя	Нормативное значение [СНиП]	Фактическое значение	Примечание
Общая площадь, Га	10-60 микрорайон Жилой район 60-250	2187,9 Га	П.2.6 (Соответствует площади микрорайона)
Размеры земельных участков, выделяемых около жилых домов на индивидуальный дом, м ² .	400-600	2009	Отношение общей площади к числу домов
Среднее расстояние между въездами на территорию, м	300	561	
Размеры земельных участков складов, м ² /чел	2	825573	

Радиус обслуживания, м:			
Детские дошкольные учреждения	300	283	
Помещения для физкультурно-оздоровительных занятий	500	-	
Физкультурно-спортивные центры жилых районов	1500	616	
Поликлиники и их филиалы	1000	375	
Аптеки	500	329	
Предприятия торговли, общественного питания и бытового обслуживания местного значения	500	381	
Отделения связи и филиалы сберегательного банка	500	457	
Расстояние от края основной проезжей части магистральных дорог до линии жилой застройки, м	50	-	
Расстояние между пешеходными переходами на магистральных дорогах: В одном уровне В разных уровнях	200-300 300-400	-	
Плотность сети линий наземного общественного пассажирского транспорта, км/км ²	1,5—2,5	-	
Дальность пешеходных подходов до ближайшей остановки общественного пассажирского транспорта, м	500-600 м	259	

Сравнение полученных статистических данных с нормативными (СНиП 2.07.01-89*) позволяет сделать ряд выводов:

- по своей структуре строений и площади застройки рассматриваемая территория является жилым районом, преимущественно средней этажности застройки (56%);
- основные градостроительно-транспортные нормативы выполняются в полном объеме;
- следует отметить, что большим плюсом является то, что в жилом районе торговля товарами первой необходимости (381 м²), а так же поликлиники (375 м²) находятся в радиусе доступности, предписываемой СНиП;

Дальнейшими исследованиями функционирования микрорайона «Иркутск 2» может стать изучение передвижений населения микрорайона на индивидуальном и общественном транспорте, что позволит спрогнозировать нагрузку на УДС микрорайона.

Библиографический список

1. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов: Учебник для студентов вузов.- М.: Транспорт, 1990.-240с.
2. URL:http://otherreferats.allbest.ru/transport/00118623_0.html

3. СНиП 2.07.01-89*. Градостроительство планировка и застройка городских и сельских поселений.
4. Справочник проектировщика. Градостроительство. Под общ. Ред. В.Н. Белоусова. Изд. 2-е, перераб, и доп. М.,стройиздат, 1978, 367 с., с ил.
5. URL:www.rus-ekipazh.ru
6. URL:www.avtostatnews.ru

УДК 623.3

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛИТЕБНОЙ ТЕРРИТОРИИ МИКРОРАЙОНА «ЮБИЛЕЙНЫЙ»

И.А. Прокопьев, студент, e-mail: sir.prokopjev2011@yandex.ru, А.Г. Рубцов, студент, e-mail: r_u_b_i@mail.ru, А.В. Зедгенизов доцент кафедры Менеджмента и логистики на транспорте», тел./факс: (3952)-40-53-53, e-mail: azedgen@gmail.com.

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет

Рассмотрен режим функционирования микрорайона «Юбилейный». Предложена методика получения исходных данных по структуре и числу зданий и типов использования территории. Получена структура застройки рассматриваемого района. Выявлены отклонения от основных градостроительных нормативов. Предложены перспективы дальнейшего развития исследований в рассматриваемом районе.

Ключевые слова: генерация поездок, емкость расчетного транспортного района, паркирование.

Город Иркутск, как и многие областные центры России, столкнулся с проблемой недостаточной пропускной способностью городских улиц и дорог. Транспортные системы должны обеспечивать качество жизни и развитие городов, поэтому их детальное теоретическое рассмотрение является важной и актуальной задачей. Особый интерес представляют технологии и алгоритмы оценки территории города, с точки зрения их возможности удовлетворять имеющийся транспортный спрос. Именно территориальные ограничения определяют возможности развития и повышения качества жизни людей. Увеличение транспортного предложения на отдельной территории, особенно в центре крупного города, приводит к отрицательным эффектам – увеличивается затратная часть расходуемых финансовых, людских, материальных ресурсов, растет негативное воздействие на окружающую среду. Потребности в моторизованном движении не могут быть удовлетворены полностью [7].

Общей идеей работы является оценка функционирования транспортной работы микрорайона «Юбилейный», посредством соотношения количества корреспонденций совершаемых в район с номенклатурой и числом застройки непосредственно в микрорайоне. Следовательно, можно утверждать, что анализ использования селитебной территории микрорайона «Юбилейный» представляет научный и практический интерес.

Анализ использования селитебной территории микрорайона «Юбилейный» прежде всего, обязывает исследователя запастись исходной статистической информацией о номенклатуре расположенных в микрорайоне объектов их численности и структуре. Такая статистическая информация может быть извлечена из современных геологических информационных систем (2GIS, Google Earth и др.), являющихся достаточно точными для сравнительного анализа. Такой подход был использован и в других работах Зедгенизова А.В., направленных на выявление числа припаркованных транспортных средств возле жилых домов [2], оценке уровня загрузки жилого массива в течении суток [3].

Рассмотрим работу инструмента «Площадь» программы 2GIS на примере обследования детского сада. Площадь проекции определяется «протягиванием» контура точно по границе нужного здания (рис. 1а). Площадь прилегающей территории (рис. 1б) находится как разница между площадью детского сада и площадью проекции. Одновременно с этим, необходимо учитывать общую площадь застройки, которая оценивается исходя из трех аспектов:

- площади проекции здания

- числа этажей здания
- Исключение смешанного типа использования территории.

Последний аспект указывает на необходимость отдельного учета использования территории в том случае, если в одном физическом строении размещено несколько типов использования территории. Классическим примером является объединенные жилые здания с розничной торговлей.



Рис. 1. Выявление площади детского дошкольного учреждения а) площади здания; б) площади прилегающей территории

Именно по такому принципу формируется база данных о составе и площади использовании территории рассматриваемого микрорайона (рис. 2).

Гостиница										
Академическая	203	Улица: Лермонтова	271а	664033	1	1224	669	100	555	В здании: Сауна, столовая,
Отель	203	Улица: Лермонтова	137	664033	1	800		100	800	
	203 Итого								17036	
	203 Количество								7	
Частный сектор	204	Улица: Костромская	1-24	664033	1	129191			129191	
	204 Итого								129191	
	204 Количество								1	
Строящееся здание	205	Улица: Лермонтова	257а	664033	8	2564			20512	
Строящееся здание	205	Улица: Лермонтова	255/1	664033	3	4881			14643	
Ремонтируемое здание	205	Улица: Улан-Баторская	5	664033	4	2817			11268	
	205 Итого								46423	
	205 Количество								3	
Детский сад	301	Улица: Лермонтова	3336	664033	2	1884		11538	=(Н131*G131)-I131	
Детский сад, ясли №124	301	Улица: Лермонтова	297	664033	2	1590		9352	3180	
Детский сад										

Рис. 2. Фрагмент базы данных

Таким образом, необходимая информация может быть представлена в виде структурной диаграммы, наглядно раскрывающей итоги обследования (рис. 3). Из диаграммы видно, что большая часть строений – это жилые дома (47%). Офисы, деловые центры на территории района, также, распространены (18%). Достаточно большое число медицинских учреждений (Областная клиническая Больница и прилегающие к ней корпуса), но на фоне общего числа зданий теряются и занимают лишь 2%. Одновременно с этим, необходимо учитывать не только количество физических строений, но и их суммарную

площадь, которая, по нашему мнению, является численным показателем генерации корреспонденций к рассматриваемому объекту (рис. 4).



Рис. 3. Структура типов объектов по численности строений



Рис. 4. Структура типов объектов по суммарной площади

На основании диаграммы можно сказать, что район представляет собой, в основном, жилой массив. Иркутский завод сборного железобетона по улице Прирельсового склада занимает большую площадь сектора «Промышленные зоны», что выводит его на третье, по величине, место (9%). В районе Академгородка расположены 11 Научно-исследовательских институтов без очной формы обучения (сектор «Образование» 5%).

Фактическое значение площади рассматриваемого микрорайона равно 1313997 м² 131,4 Га. Размеры земельных участков, выделяемых около жилых домов на индивидуальный дом примерно соответствуют норме 714 м². На 130 дом приходится территория 85742 м² (рис. 5а). Среднее расстояние между въездами на территорию составляет 284 м. (рис. 5б), что соответствует нормативному значению.

Расположение детских дошкольных учреждений в радиусе 300 м. (рис. 5в), охватывает только половину территории микрорайона.



Рис. 5. Примеры замеров основных показателей функционирования территории микрорайона «Юбилейный»

В соответствии с СНиП 2.07.01-89* [4] сравниваются следующие важнейшие показатели функционирования территории (табл. 1).

Таблица 1

Показатели функционирования территории микрорайона «Юбилейный»

Наименование показателя	Нормативное значение [СНиП]	Фактическое значение	Примечание
Общая площадь, Га	10-60 микрорайон Жилой район 60-250	131,4	П.2.6 (Соответствует площади жилого района)
Размеры земельных участков, выделяемых около жилых домов на индивидуальный дом, м ² .	400-600	714	Отношение общей площади к числу домов
Среднее расстояние между въездами на территорию, м	300	284	
Размеры земельных участков складов, м ² /чел	2	-	
Радиус обслуживания, м:			
Детские дошкольные учреждения	300	700	
Помещения для физкультурно-оздоровительных занятий	500	1020	
Физкультурно-спортивные центры жилых районов	1500	1000	
Поликлиники и их филиалы	1000	1000	
Аптеки	500	447	
Предприятия торговли, общественного питания и бытового обслуживания местного значения	500	215	
Отделения связи и филиалы сберегательного банка	500	500	
Расстояние от края основной проезжей части магистральных дорог до линии жилой застройки, м	50	45	
Расстояние между пешеходными переходами на магистральных дорогах: В одном уровне В разных уровнях	200-300 300-400	545 -	
Плотность сети линий наземного общественного пассажирского транспорта, км/км ²	1,5—2,5	-	
Дальность пешеходных подходов до ближайшей остановки общественного пассажирского транспорта, м	500-600 м	407	

Сравнение полученных статистических данных с нормативными (СНиП 2.07.01-89*) позволяет сделать ряд выводов:

- по своей структуре строений и площади застройки рассматриваемая территория является жилым районом, преимущественно средней этажности застройки (65%);

- основные градостроительно-транспортные нормативы выполняются частично.
- положительным является то, что в жилом районе торговля товарами первой необходимости (1500 м²) находится в радиусе доступности;
- основными минусами являются недостаточное число детских дошкольных учреждений и физкультурно-оздоровительных комплексов.

Дальнейшими исследованиями функционирования микрорайона «Юбилейный» может стать изучение передвижений населения микрорайона на индивидуальном и общественном транспорте, которое позволит выявить зависимость между количеством и типом расположенной в микрорайоне застройки и числом корреспонденций тяготеющих в этот район.

Библиографический список

1. Ефремов И. С. Теория городских пассажирских перевозок: учеб. пособие для вузов / И. С. Ефремов, В.М. Кобозев, В.А. Юдин. – М.: Высш. Школа, 1980. – 535 с.
2. Зедгенизов А.В. Зедгенизова А.Н. Особенности сбора исходных данных при оценке числа припаркованных автомобилей возле жилых объектов. Вестник ИрГТУ, 2011.- № 12 (48). – С. 105-108. г. Иркутск.
3. Зедгенизов А.В. Зедгенизова А.Н. Оценка генерации поездок к жилым районам средней этажности. Известия КазГАСУ, 2012.-№1. – С. 100-108 г. Казань.
4. СНиП 2.07.01-89*. Градостроительство планировка и застройка городских и сельских поселений.
5. Справочник проектировщика. Градостроительство. Под общ. Ред. В.Н. Белоусова. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., стройиздат, 1978, 367 с., с ил.
6. Trip Generation Handbook, 2nd Edition: An ITE Recommended Practice. Washington, DC: ITE, 2004.
7. URL:<http://mipt.ru/>

АНАЛИЗ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ Г.БАРНАУЛА

М.В. Яценко АлтГУ доцент кафедры БЖД к.б.н, **Е.В. Печатнова** АлтГУ студентка

Обеспечение безопасности дорожного движения является крайне актуальной задачей, так как ежегодно в ДТП гибнут от 28 до 30 тыс. людей. Так в Алтайском крае в 2010 г. на дорогах произошло 3495 аварии, 401 человек погиб, 4265 ранено. При анализе взаимосвязи количества ДТП и времени суток были 2 пика: 9-10 часов и 12-13 часов. Резкое падение аварийности наблюдалось с 20 по 21 час. Исследование выявило, что аварийность увеличивается от воскресенья к понедельнику. Резкое понижение температуры ведет к росту ДТП.

Ключевые слова: дорожно-транспортное происшествие, аварийность, транспортная безопасность

Современная ситуация в области обеспечения безопасности дорожного движения является крайне актуальной, поскольку ежегодно в дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) гибнут от 28000 до 30000 людей. Так в РФ за 2010 год погибло более 28 тысяч человек и более 250 тысяч получили ранения. В Алтайском крае за 2010 год на дорогах произошло 3495 аварии, 401 человек погиб, 4265 ранено [1, 12]. Кроме того, ДТП сопровождаются значительными материальными потерями, так согласно расчетам МВБ РФ ежегодный ущерб от ДТП в России достигает 2,5% ВВП или около 26 млрд. долларов [11]. Также возникновение дорожно-транспортных происшествий ведет к другим негативным последствиям, так как автомобильные аварии ведут к возникновению транспортных заторов, которые в свою очередь нарушают ритм жизни людей, работу производства, косвенно влияют на здоровье населения. По данным ГИБДД [12] основными причинами, приводящим к возникновению ДТП в России за 2010 год, являются: нарушения правил дорожного движения (ПДД) водителями транспортных средств (в том числе находившимися в состоянии опьянения); нарушения ПДД пешеходами; неудовлетворительное состояние улиц и дорог; эксплуатация технически неисправных транспортных средств.

В связи со сказанным, целью настоящей работы явилось изучение факторов определяющих безопасность дорожного движения в г.Барнауле. Для этого были определены наиболее аварийные участки улиц города, рассмотрена динамика ДТП и взаимосвязь с погодными условиями.

Настоящее исследования проводились по данным за октябрь 2010 года, которые брались из Интернет-ресурсов (сайт при поддержке ГИБДД Алтайского края [1], ГИБДД Российской Федерации [10], сайты СМИ [2, 6, 7, 8, 9]). Подсчитывалось количество дорожно-транспортных происшествий (ДТП), места которых наносились на карту с использованием программы ДубльГИС. Определялись наиболее опасные места в городе, определялась зависимость количества ДТП от времени суток, дней недели и температуры воздуха.

В ходе анализа полученных данных были определены 10 наиболее аварийных участков:

1. Перекресток улиц Юрина – Малахова. Высокая аварийность этого участка связана с тем, что на ул. Юрина находится много больниц, поликлиник, медицинских центров и люди соответственно переходят дорогу от остановки к больнице и обратно. Но светофора нет, поэтому часто пешеходы попадают под колеса автомобилей. Количество аварий: 7, из них тяжелых 3.

2. Перекресток улиц Строителей – Ядринцева. Причина аварийности этого места

– «неудобный» поворот с ул. Ядринцева на пр-т Строителей с большим количеством автомобилей. На этом участке дороги наиболее характерны столкновения автомобилей. Количество аварий: 16, из них тяжелых 2

3. Павловский тракт – ул. Малахова. Аварийность возникает из-за очень большой плотности потока движения: помимо легковых автомобилей, данные улицы характеризуются большим количеством рейсовых (Павловское направление) и маршрутных автобусов, грузовых машин. Кроме того на указанных улицах находится много жилых домов, магазинов, центров оптовой и розничной торговли, баз и др. Количество аварий: 9 из них тяжелых 1.

4. ТРЦ «Европа». Проблема участка возникает из-за ограниченной парковки для такого крупного торгово - развлекательного центра, а также из-за проблемы подъезда и выезда к ТРЦ связанного с пересечением полосы встречного движения автомобилей. Количество аварий: 6

5. ул. Попова 179^б деловой центр. Ситуация аналогична предыдущей. Количество аварий: 6, из них тяжелых: 2.

6. Пересечение ул. Молодежная – пр-т Ленина. Проезжая часть на данном участке слишком узкая для большого количества автомобилей, особенно остро проблема возникает в дневное время. Количество аварий: 6.

7. Перекресток ул. Ползунова – пр-т Красноармейский, аварийность связана с довольно большим количеством автомобилей движущихся в Змеиногорском направлении. Количество аварий 6.

8. Перекресток ул. А. Петрова – ул. Попова. Повышенная аварийность обусловлена высокой плотностью автомобильного потока, большой загруженностью указанных улиц. Количество аварий 6.

9. Перекресток пр-т Ленина – ул. Матросова. Особенностью определяющей аварийность этого участка является организация движения при высокой плотности транспорта. Часто участниками ДТП становится общественный транспорт. Количество аварий 6.

10. Привокзальная площадь. Высокая концентрация автомобилей и пешеходов практически в любое время суток определяет высокий показатель аварийности. Одной из причин усугубляющей ситуацию является то, что авто- и ж/д вокзал находятся в одном месте (повышается поток людей). Количество аварий: 6.

При анализе взаимосвязи количества ДТП и времени суток было найдено 2 пика: 9-10 часов (наиболее распространенное время начала рабочего дня) и 12-13 часов (начало обеденного перерыва). Резкое падение аварийности наблюдалось в 20-21 (связано с наступлением темного времени суток, закрытием магазинов, торгово-развлекательных и деловых центров и др). Исследование распределения количества ДТП по дням недели было выявило, что аварийность в первые 3 дня недели выше, чем в последующие. Кроме того, аварийность резко увеличивается от воскресенья к понедельнику. При изучении взаимосвязи количества ДТП и температуры воздуха было выявлено, что резкое изменение температуры ведет к росту ДТП, особенно влияет резкое понижение температуры.

Таким образом, наиболее аварийными участками дорог явились перекрестки, ДТП на которых обусловлено высокой плотностью транспортного потока и организацией движения. Кроме того, наибольшее число происшествий происходит в утренние и обеденные часы в первые три дня недели, также фактором аварийности является погода, особенно влияет резкий перепад температуры окружающего воздуха.

Библиографический список

1. Информационный портал при поддержке ГИБДД УВД по г.Барнаулу perekrestok22.ru [портал]. URL:<http://www.perekrestok22.ru>
2. Информационное агентство Атмосфера [сайт]. URL: [http:// asfera.info](http://asfera.info)
3. Автомобильный портал drom.ru [портал]. URL:<http://www.forums.drom.ru/altai>
4. НГС Барнаул [сайт]. URL: <http://www.ngs22.ru/>
5. Прогноз погоды [сайт]. URL: <http://www.pogoda.ru/>
6. Информационное агентство Амител [сайт]. URL: <http://www.amic.ru>
7. Аргументы и факты Алтай [сайт]. URL: <http://www.altai.aif.ru/>
8. Информационный сайт Банкфакс [сайт]. URL: <http://www.bankfax.ru>
9. Алтапресс [сайт]. URL: <http://www.altapress.ru/>
10. Госавтоинспекция МВД России [сайт]. URL: <http://www.gibdd.ru>
11. "Российская газета" - Экономика "Транспорт и инфраструктура" №5068 (244) [сайт]. URL: <http://www.rg.ru>
12. Статистика ДТП на статистическом портале statistica.ru [сайт]: URL: <http://statistika.ru>

УДК 623.3

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛИТЕБНОЙ ТЕРРИТОРИИ МИКРОРАЙОНА «СОЛНЕЧНЫЙ»

А. В. Параскив - студент, e-mail: anyta5@bk.ru, С. В. Благушина - студент, e-mail: svetlana00722@rambler.ru, А.В. Зедгенизов доцент кафедры «МиЛТ», тел./факс: (3952)-40-53-53, e-mail: azedgen@gmail.com.

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет

Рассмотрен режим функционирования микрорайона «Солнечный». Предложена методика получения исходных данных по структуре и числу зданий и типов использования территории. Получена структура застройки рассматриваемого района. Выявлены отклонения от основных градостроительных нормативов. Предложены перспективы дальнейшего развития исследований в рассматриваемом районе.

Ключевые слова: генерация поездок, емкость расчетного транспортного района, паркирование.

Город Иркутск, как и многие областные центры России, столкнулся с проблемой недостаточной пропускной способностью городских улиц и дорог. Транспортные системы должны обеспечивать качество жизни и развитие городов, поэтому их детальное теоретическое рассмотрение является важной и актуальной задачей. Особый интерес представляют технологии и алгоритмы оценки территории города, с точки зрения их возможности удовлетворять имеющийся транспортный спрос. Именно территориальные ограничения определяют возможности развития и повышения качества жизни людей. Увеличение транспортного предложения на отдельной территории, особенно в центре крупного города, приводит к отрицательным эффектам – увеличивается затратная часть расходуемых финансовых, людских, материальных ресурсов, растет негативное воздействие на окружающую среду. Потребности в моторизованном движении не могут быть удовлетворены полностью [6]. Общей идеей работы является оценка функционирования транспортной работы микрорайона «Солнечный», посредством соотношения количества корреспонденций совершаемых в район с номенклатурой и числом застройки непосредственно в микрорайоне. Следовательно, можно утверждать, что анализ использования селитебной территории микрорайона «Солнечный» представляет научный и практический интерес.

Анализ использования селитебной территории микрорайона «Солнечный» прежде всего, обязывает исследователя запастись исходной статистической информацией о номенклатуре расположенных в микрорайоне объектов их численности и структуре. Такая статистическая информация может быть извлечена из современных геологических информационных систем (2GIS, Google Earth и др.), являющихся достаточно точными для сравнительного анализа. Такой подход был использован и в других работах Зедгенизова А.В., направленных на выявление числа припаркованных транспортных средств возле жилых домов [1], оценке уровня загрузки жилого массива в течении суток [2].

Рассмотрим работу инструмента «Площадь» программы 2GIS на примере обследования детского сада. Площадь проекции определяется «протягиванием» контура точно по границе нужного здания (рис. 1а). Площадь прилегающей территории (рис. 1б) находится как разница между площадью детского сада и площадью проекции. Одновременно с этим, необходимо учитывать общую площадь застройки, которая оценивается исходя из трех аспектов:

- площади проекции здания

- числа этажей здания
- исключение смешанного типа использования территории.

Последний аспект указывает на необходимость отдельного учета использования территории в том случае, если в одном физическом строении размещено несколько типов использования территории. Классическим примером является объединенные жилые здания с розничной торговлей.



Рис. 1. Выявление площади детского дошкольного учреждения а) площади здания; б) площади прилегающей территории

Именно по такому принципу формируется база данных о составе и площади использования территории рассматриваемого микрорайона (рис. 2).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
16	30	жилой дом	201	Маршала Жукова	26	664050	5	1885			9425		
17	30	жилой дом	201	Маршала Жукова	58	664050	9	3170			28530		
18	30	дом творчества	303	Маршала Жукова	56	664050	2	1186			2372		
19	30	жилой дом	201	Маршала Жукова	62	664050	5	1180	1180		4720	на 1м этаже детская поликлиника и аптека	
20	30	поликлиника	602	Маршала Жукова	62	664050	1	1000			1000		
21	30	аптека	809	Маршала Жукова	62	664050	1	180			180		
22	30	жилой дом	201	Маршала Жукова	12	664050	5	647			3235		
23	30	жилой дом	201	Маршала Жукова	14	664050	5	238			1190		
24	30	жилой дом	201	Маршала Жукова	16	664050	5	672			3360		
25	30	жилой дом	201	Маршала Жукова	18	664050	4	231			924		
26	30	жилой дом	201	Маршала Жукова	4	664050	5	646			3230		
27	30	жилой дом	201	Маршала Жукова	8	664050	5	660	660		2640	на 1м этаже универсам	
28	30	продуктовый магазин	810	Маршала Жукова	8	664050	1	660			660		
29	30	Алкомаркет	820	Маршала Жукова	8a	664050	1	40			40		
30	30	Д/Сад	301	Маршала Жукова	60	664050	2	1514		7068	=(H30*G30)+J30		
31	30	стр. жилой дом	205	Маршала Жукова	4 стр 1	664050	12	369			4428		
32	30	стр. жилой дом	205	Маршала Жукова	4 стр 2	664050	12	417			5004		
33	30	стр. жилой дом	205	Маршала Жукова	4 стр 3	664050	9	398			3582		

Рис. 2. Фрагмент базы данных

Таким образом, необходимая информация может быть представлена в виде структурной диаграммы, наглядно раскрывающей итоги обследования (рис. 3). Из диаграммы видно, что большая часть строений – это жилые дома (72%). Офисы занимают 4%, розничная торговля 8%, службы сервиса 6%, остальные строения делят между собой

оставшиеся 10%. Одновременно с этим, необходимо учитывать не только количество физических строений, но и их суммарную площадь, которая, по нашему мнению, является численным показателем генерации корреспонденций к рассматриваемому объекту (рис. 4).



Рис. 3. Структура типов объектов по численности строений



Рис. 4. Структура типов объектов по суммарной площади

На основании диаграммы можно сказать, что район представляет собой, в основном, жилой массив (77%). На втором месте по площади объекты образования (8%), ну и на третьем месте службы сервиса (4%). Поэтому для этого района будет характерно увеличение активности в утренние и вечерние часы «пик»

Фактическое значение площади рассматриваемого микрорайона равно 2248291 м² 224,83Га. Размеры земельных участков, выделяемых около жилых домов на индивидуальный дом не соответствуют норме 1520м². На 168 домов приходится территория 255480м² (рис. 5а). Среднее расстояние между въездами на территорию составляет 385 м. (рис. 5б), что не соответствует нормативному значению.

Расположение детских дошкольных учреждений в радиусе 300 м. (рис. 5в), охватывает только половину территории микрорайона.

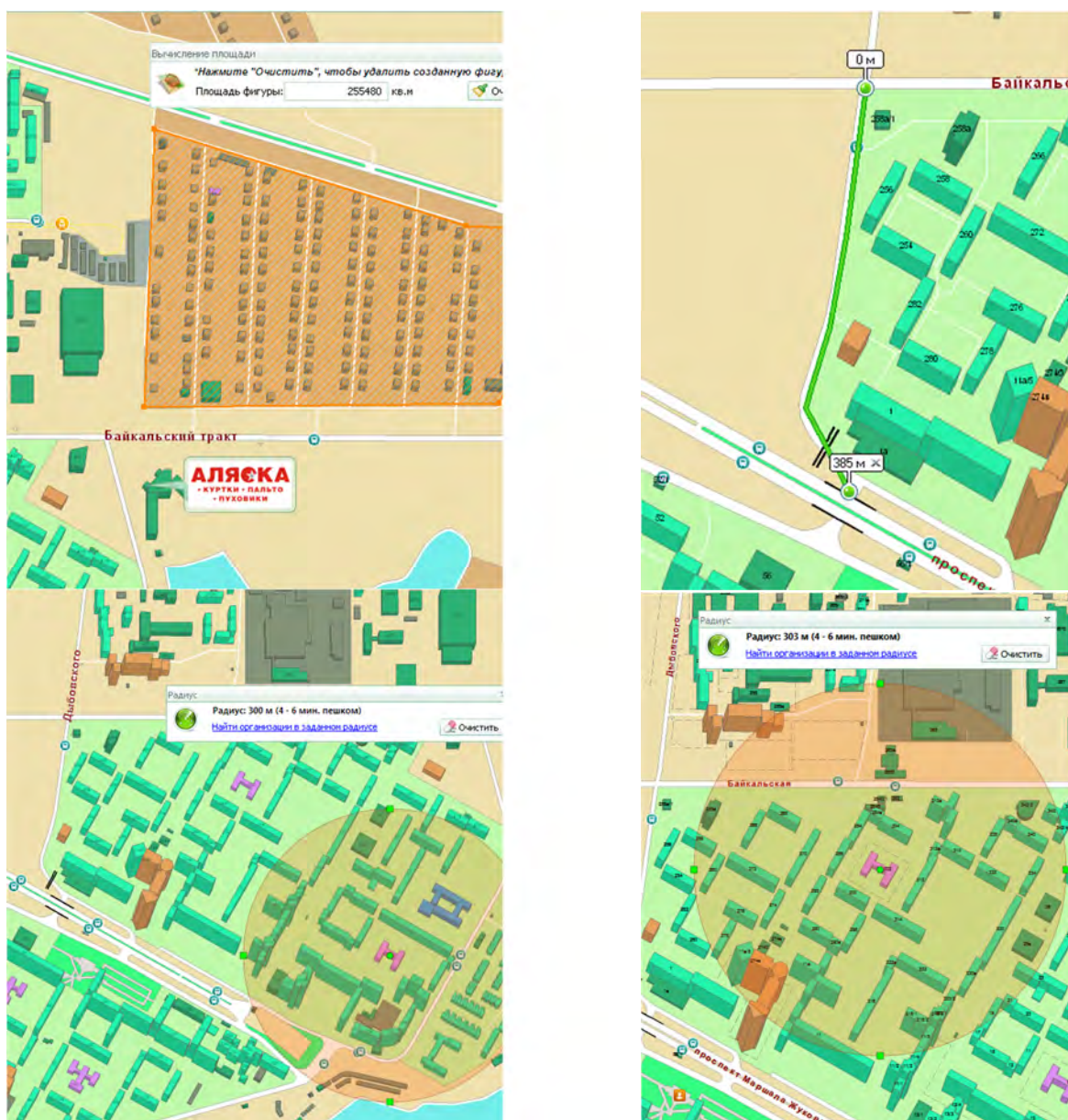


Рис. 5. Примеры замеров основных показателей функционирования территории микрорайона «Солнечный»

В соответствии с СНиП 2.07.01-89* [4] сравниваются следующие важнейшие показатели функционирования территории (табл. 1).

Таблица 1

Показатели функционирования территории микрорайона «Солнечный»

Наименование показателя	Нормативное значение [СНиП]	Фактическое значение	Примечание
Общая площадь, Га	10-60 микрорайон Жилой район 60-250	224,83	П.2.6 (Соответствует площади жилого района)
Размеры земельных участков, выделяемых около жилых домов на индивидуальный дом, м ² .	400-600	1520	Отношение общей площади к числу домов
Среднее расстояние между въездами на территорию, м	300	385	
Размеры земельных участков складов, м ² /чел	2	-	
Радиус обслуживания, м:			
Детские дошкольные учреждения	300	600	
Помещения для физкультурно-оздоровительных занятий	500	986	
Физкультурно-спортивные центры жилых районов	1500	800	
Поликлиники и их филиалы	1000	800	
Аптеки	500	325	
Предприятия торговли, общественного питания и бытового обслуживания местного значения	500	185	
Отделения связи и филиалы сберегательного банка	500	215	
Расстояние от края основной проезжей части магистральных дорог до линии жилой застройки, м	50	30	
Расстояние между пешеходными переходами на магистральных дорогах: В одном уровне В разных уровнях	200-300 300-400	430 -	
Плотность сети линий наземного общественного пассажирского транспорта, км/км ²	1,5—2,5	-	
Дальность пешеходных подходов до ближайшей остановки общественного пассажирского транспорта, м	500-600 м	420	

Сравнение полученных статистических данных с нормативными (СНиП 2.07.01-89*) позволяет сделать ряд выводов:

- по своей структуре строений и площади застройки рассматриваемая территория является жилым районом, преимущественно средней этажности застройки (55%);
- основные градостроительно-транспортные нормативы выполняются частично.
- положительным является то, что в жилом районе торговля товарами первой необходимости (1500 м²) находится в радиусе доступности;

Дальнейшими исследованиями функционирования микрорайона «Солнечный» может стать изучение передвижений населения микрорайона на индивидуальном и общественном транспорте, которое позволит выявить зависимость между количеством и типом расположенной в микрорайоне застройки и числом корреспонденций тяготеющих в этот район.\

Библиографический список

1. Зедгенизов А.В. Зедгенизова А.Н. Особенности сбора исходных данных при оценке числа припаркованных автомобилей возле жилых объектов. Вестник ИрГТУ, 2011.- № 12 (48). – С. 105-108. г. Иркутск.
2. Зедгенизов А.В. Зедгенизова А.Н. Оценка генерации поездок к жилым районам средней этажности. Известия КазГАСУ, 2012.-№1. – С. 100-108 г. Казань.
3. СНиП 2.07.01-89*. Градостроительство планировка и застройка городских и сельских поселений.
4. Справочник проектировщика. Градостроительство. Под общ. Ред. В.Н. Белоусова. Изд. 2-е, перераб, и доп. М., стройиздат, 1978, 367 с., с ил.
5. Trip Generation Handbook, 2nd Edition: An ITE Recommended Practice. Washington, DC: ITE, 2004.
6. URL:<http://mipt.ru/>

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАВИГАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

С.Л. Чикалина к.т.н., доцент, Н.Л. Подорожкин студент группы ОБД-07-1,
Е.Н. Оглоблин студент группы ОБД-07-1

Рассмотрен прием определения скорости транспортных потоков при проезде нерегулируемых пешеходных переходов с применением навигационного оборудования. Данный метод исследования позволяет с большей точностью производить измерения скорости транспортных средств и обрабатывать полученные данные с меньшими трудозатратами. В результате обработки треков сделаны выводы о величине задержки транспортных средств на нерегулируемых переходах и о протяженности зоны влияния пешеходных переходов. Полученные результаты позволят на основе теории массового обслуживания разработать модель оценки задержек транспортных средств.

Ключевые слова: скорость транспортного средства, трек, задержка транспортных потоков, зона влияния.

В последние несколько лет стало меняться поведение водителей на нерегулируемых пешеходных переходах. Причиной этого стали изменения в Кодексе [Российской Федерации об административных правонарушениях «Федеральный закон Российской Федерации от 7 мая 2009 г. N 86-ФЗ»](#), предусматривающие наказание водителей штрафом в размере 800 – 1000 руб. В связи с ростом дисциплины водителей движение на нерегулируемых пешеходных переходах характеризуется увеличением задержек транспорта и снижением пропускной способности проезжих частей улиц, что должно теперь учитываться при разработке проектов организации дорожного движения.

Поэтому задачами проводимого нами исследования являются:

- разработка методики расчета задержек транспортных средств на нерегулируемых пешеходных переходах;
- уточнение области значений интенсивности движения пешеходов и транспортных средств, при которых целесообразно применять тот или иной тип пешеходного перехода (переходы вне перекрестков на перегонах улиц и дорог).

Выполнение натурных исследований режимов движения транспортных средств на нерегулируемых переходах с применением видеосъемки сопряжено с целым рядом проблем:

- плохая видимость створов измерения скорости (как при съемки, так и при обработке);
- неточное определение расстояния, на котором снижается и увеличивается скорость транспортного средства;
- большая трудоемкость (необходимо нескольких человек при выполнении натурных обследований);
- асинхронность проведения испытания (время, установленное на часах участников обследования, может иметь расхождения);
- точность измерения временных характеристик имеет большую погрешность.

В этой связи выбрано сочетание цифровой съемки транспортных и пешеходных потоков и треков навигационных систем. В настоящей работе используется спутниковая система веб-мониторинга транспорта компании «Автоника» [2]. Компания предлагает систему спутникового мониторинга автотранспорта со спутниковой системой Глонасс с применением навигационного устройства TZ-AVL03.

Для изучения скорости движения транспортного средства, просматривается история трека (рис. 1а), которая позволяет запросить информацию о перемещении транспортного средства в любой указанный промежуток времени. На подгружаемой карте

(входит в состав навигационной системы) отображается линия движения объекта с точками, откуда поступили сообщения на сервер. Соответственно каждая точка трека содержит информацию о дате, времени отправления сообщения и скорости движения.

Треки сохраняются и обрабатываются на сервере компании «Автоника». Кроме скорости, направления и времени движения для определения задержек, необходимо получить, расстояние между точками трека. Для этого в программе выбирается многоточечный режим. В программном обеспечении компании «Автоника» (рис. 1б) в правой части рабочего окна выводятся данные о точках: дата, время, скорость транспортного средства и расстояние от предыдущей точки трека.

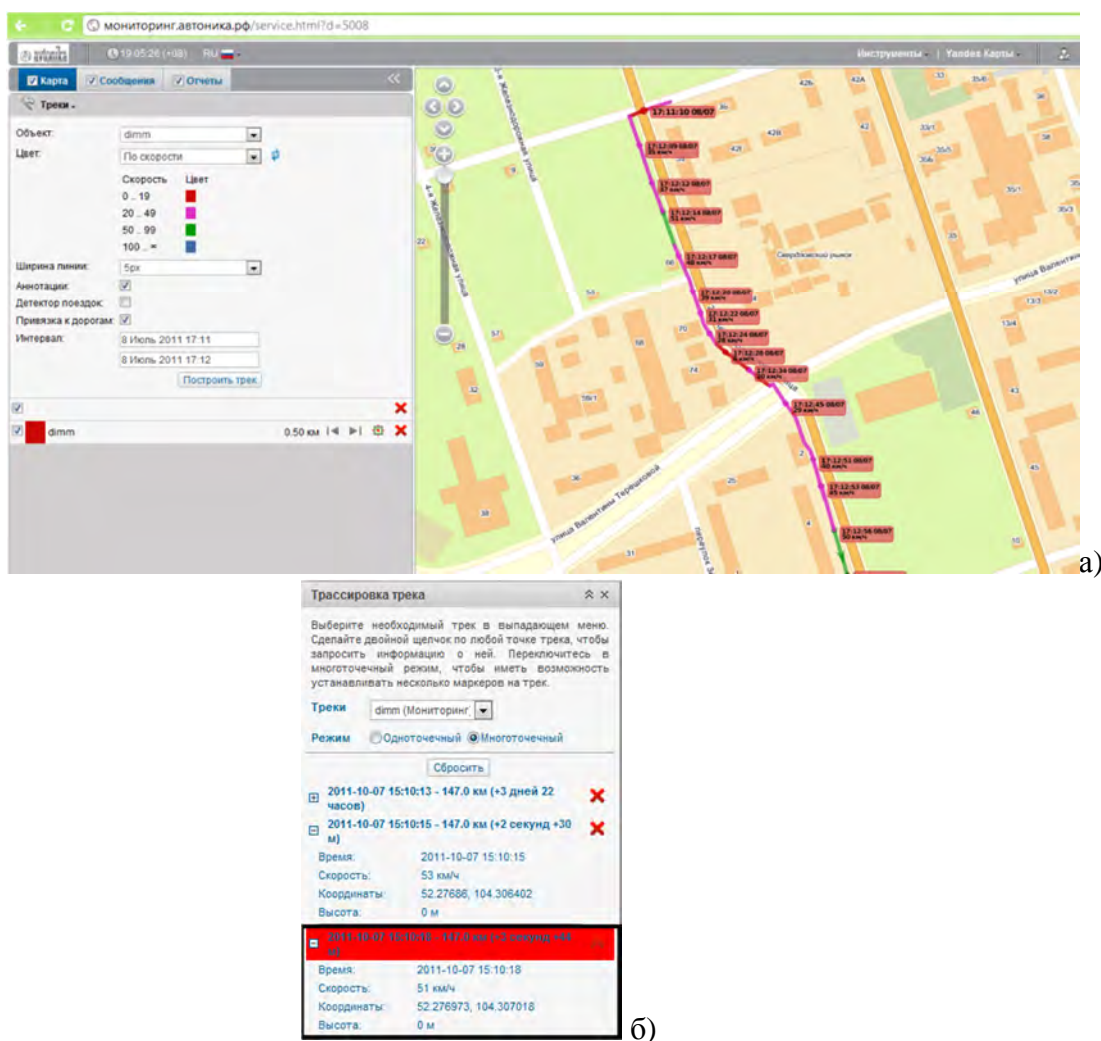


Рис.1. Программное обеспечение компании «Автоника»: а) Просмотр трека (ул. 2-ая Железнодорожная, район остановки Чайка 08.07.2011г. в 17.12 часов; б) Обработка треков с использованием трассировки

После обработки треков, все данные импортируются в Excel (табл.1) при этом отмечаются точки, соответствующие положению пешеходных переходов (серая строка).

Таблица 1

Пример результатов обработки трека

Расстояние между точками, м	Суммарное расстояние между точками, м	Скорость, км/ч	Время между точками, сек	Суммарное время между точками, сек
0	0	51	0	0
43	43	48	3	3
37	80	39	3	6
20	100	31	2	8
17	117	28	2	10
20	137	6	4	14
4	141	13	2	16
22	163	20	4	20
8	171	8	2	22
7	178	14	4	26
10	188	21	2	28
21	209	29	3	31
18	227	33	2	33
42	269	40	4	37
24	293	45	2	39
41	334	50	3	42

На основании полученных данных строится график изменения скорости движения транспортного средства (рис.2). В каждой точке представленного графика первая цифра обозначает расстояние от начальной точки до рассматриваемой, вторая цифра обозначает скорость транспортного средства в данной точке.

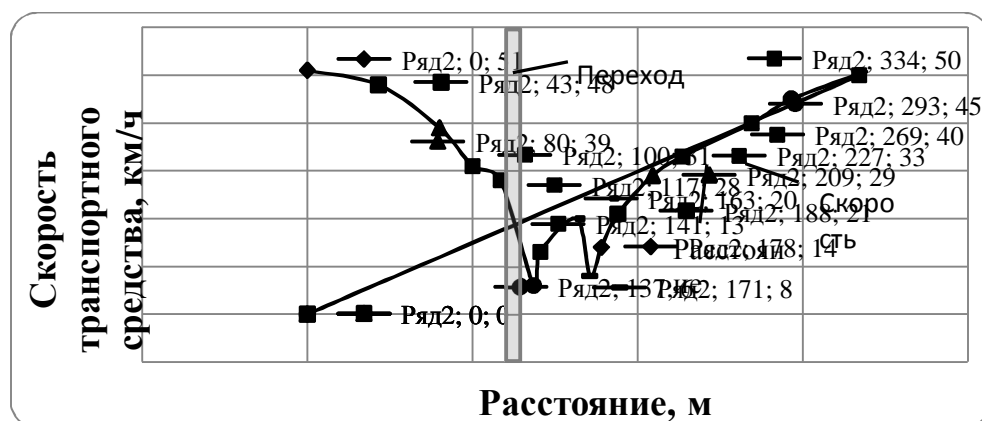


Рис.2. Изменение скорости движения транспортного средства при проезде нерегулируемого пешеходного перехода

По результатам обследования графики скорости транспортного средства можно разделить на следующие типы (рис.3):

- без задержки транспортного средства (рис.3а);
- пропуск пешехода/пешеходов (рис.3б);
- нахождение в очереди транспортных средств перед переходом

(рис.3в).

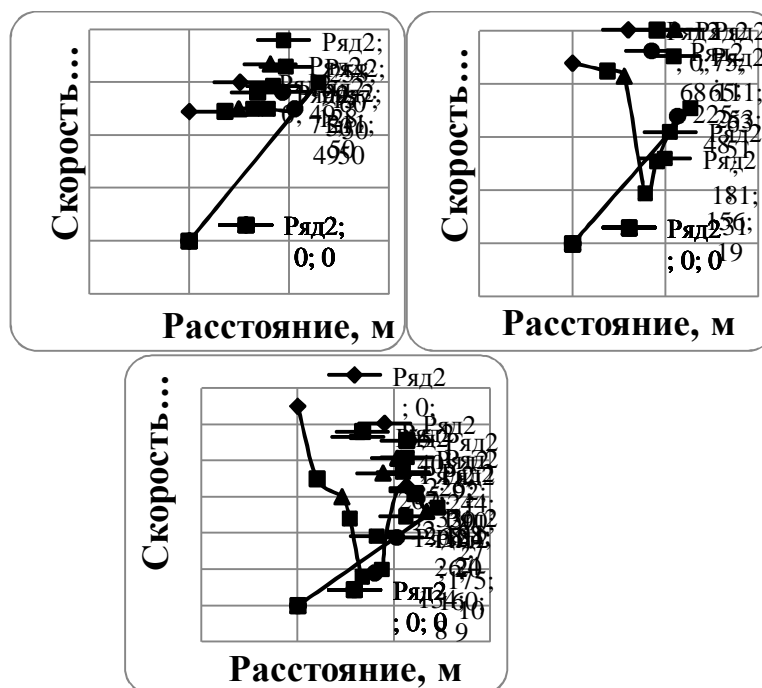


Рис. 3. Изменение скорости транспортного средства при пересечении пешеходного перехода с разными типами ситуаций

Результаты обработки 950 треков уже позволяют делать следующие выводы:

1. задержки транспортных средств на нерегулируемых переходах варьируют в диапазоне от 0 до 60 сек (при отсутствии пешеходов снижение скорости движения транспортного средства было незначительным, поэтому транспортная задержка в таком случае принималась равной 0);

2. протяженность зоны влияния пешеходного перехода варьирует от 90 до 350 метров (большие значения – случаи образования очередей транспортных на подходе к нерегулируемому переходу);

На следующем этапе исследования планируется выполнить сопоставительный анализ данных натурных исследований и данных, получаемых расчетом с применением эмпирических зависимостей предложенных ранее отечественными и зарубежными авторами. Такой сопоставительный анализ позволит разработать модель оценки задержек транспортных средств на основе теории массового обслуживания и калибровать эту модель.

Библиографический список

1. Михайлов А.Ю., Головных И.М. Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей //Вест. стипендиатов DAAD. – Иркутск: ИрГТУ, 2002. – С. 267
2. Официальный сайт Автоника <http://xn--80aafykqg5a.xn--p1ai/index.php>
3. Кодекс [РФ об административных правонарушениях](#) «Федеральный закон Российской Федерации от 7 мая 2009 г. N 86-ФЗ».

ВЛИЯНИЕ ВИБРОПОЛОСЫ НА ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО

Б.С. Юшков к.т.н., профессор, В.И. Кычкин к.т.н., доцент, В.С. Юшков

аспирант

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» г. Пермь, Россия

В статье представлена математическая модель двух частотного колебания автомобиля. Выполнены расчеты частот галопирования и подпрыгивания. Показана возможность создания некомфортных колебаний водителя, а также исследованы параметры конструкции виброполосы.

Ключевые слова: Виброполоса, автомобильная дорога, транспортное средство, частота колебаний.

Автомобильные дороги имеют большое значение для развития экономики Пермского края и улучшения жизни населения в целом. За последние три года в Пермском крае было построено и реконструировано более 90 километров автомобильных дорог. Были реализованы такие масштабные проекты, как строительство Красавинского моста через р. Кама, строительство Западного и Южного обходов города Перми, строительство перехода Старцева – Ива, обхода п. Полазны. В 2010 г. началась масштабная реконструкция автомобильной дороги федерального значения Пермь – Екатеринбург, в рамках которой реализуется строительство обхода с. Лобаново.

В связи с высоким ростом автомобилизации последних лет в нашей стране приводит к увеличению числа дорожно – транспортных происшествий, в этих условиях роль дорожной разметки значительно возрастает. Разметка всегда находится в поле зрения водителей и пешеходов, информируя их о порядке движения [1]. Поэтому условия нанесения и эксплуатации должны обеспечивать ее постоянное наличие и хорошую видимость. Для удовлетворения этих требований разрабатываются новые виды разметки, требующие качественно новые технологии [3, 4].

Безопасность дорожного движения представляет собой сложный комплекс факторов связанные с состоянием транспортных средств, дорожных конструкций, условий движения, психо – физиологического поведения водителей, плотность транспортных потоков и др. Одним из путей решения этой проблемы является создание конструктивных элементов на дорожной одежде, способствующих генерации колебаний транспортных средств в режимах некомфортного восприятия водителем условий движения. Для выбора оптимальных параметров такой конструкции необходимы математические модели включающие в себя характеристики автотранспортных средств (АТС), скорость движения, общая длина, глубина, ширина и шаг неровности, материалы элементов конструкции виброполосы.

Для исследования влияния параметров вибрации необходимо определить собственные частоты и собственные формы колебаний автомобиля. Рассмотрим автомобиль как систему упруго связанных жестких тел 1-5 (рис. 1, а). Здесь тело 1 схематически представляет собой кузов автомобиля, а тела 2-5 колеса, массы которых примем сосредоточенными [2].

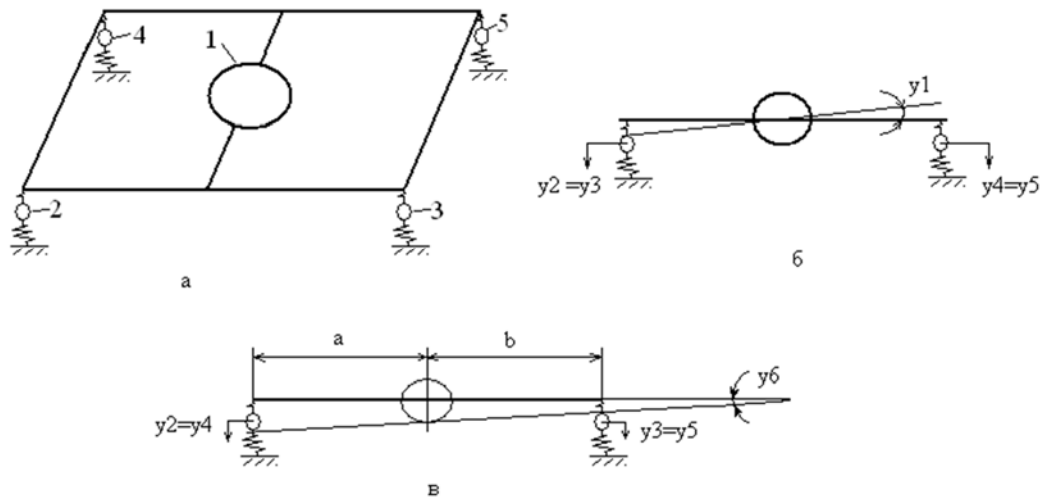


Рис. 1. Расчетная схема

Движение такой системы в процессе колебаний характеризуется семью координатами: y_1 – вертикальное перемещение центра масс кузова; y_2, y_3, y_4, y_5 – вертикальные перемещения центров колес; y_6 – угол поворота кузова относительно поперечной оси; y_7 – угол поворота кузова относительно продольной оси.

Распределение масс автомобиля и жесткостей упругих связей практически симметрично относительно срединной продольной плоскости. Общий процесс колебаний можно рассматривать состоящим из двух взаимно не связанных процессов:

1) продольных колебаний (рис. 1, б), характеризуемых вертикальным перемещением кузова (y_1), поворотом кузова вокруг поперечной оси (y_6) и попарно равными перемещениями обоих передних колес ($y_2 = y_1$) и обоих задних колес ($y_3 = y_5$);

2) поперечных (боковых) колебаний (рис. 1, в), характеризуемых поворотом кузова вокруг продольной оси (y_7) и попарно равными перемещениями обоих левых колес ($y_2 = y_3$) и обоих правых колес ($y_4 = y_5$).

Соответственно продольные колебания описываются четырьмя, а поперечные колебания тремя дифференциальными уравнениями. Рассмотрим продольные колебания динамической системы.

Обозначим жесткости передних и задних рессор соответственно через C_n и C_3 , массы кузова и колеса через m и m_k . Радиус инерции кузова относительно поперечной оси, проходящей через его центр масс, обозначим через ρ . При этих обозначениях осадки передней (Δ_n) и задней (Δ_3) рессор составляют:

$$\Delta_n = y_1 + a \cdot y_6 - y_2;$$

$$\Delta_3 = y_1 - b \cdot y_6 - y_3,$$

где a, b – расстояния от центра масс тела I до передней и задней осей.

Уравнения движения составим по формуле Лагранжа. Кинетическая энергия системы складывается из следующих частей: кинетической энергии кузова, кинетической энергии передних и задних колес. Суммарная кинетическая энергия находится по формуле:

$$T = \frac{1}{2} \cdot [m \cdot (y_1^2 + \rho \cdot y_6^2) + 2 \cdot m_k \cdot (y_2^2 + y_3^2)] \quad 1)$$

Потенциальная энергия состоит из энергии деформации рессор и энергии сжатия шин. Суммарная потенциальная энергия определяется по формуле:

$$\Pi = C_n \cdot (y_1 - y_2 + a \cdot y_6)^2 + C_3 \cdot (y_1 - y_3 - b \cdot y_6)^2 + C \cdot (y_2^2 + y_3^2) \quad 2)$$

В данном случае уравнения Лагранжа имеют вид:

$$\begin{aligned} m_1 \cdot \ddot{y}_1 + 2 \cdot C_n \cdot (y_1 - y_2 + a \cdot y_6)^2 + 2 \cdot C_3 \cdot (y_1 - y_3 - b \cdot y_6) &= 0; \\ 2 \cdot m_k \cdot \ddot{y}_2 - 2 \cdot C_n \cdot (y_1 - y_2 + a \cdot y_6) + 2 \cdot C \cdot y_2 &= 0; \\ 2 \cdot m_k \cdot \ddot{y}_3 - 2 \cdot C_3 \cdot (y_1 - y_3 - b \cdot y_6) + 2 \cdot C \cdot y_3 &= 0; \\ m_1 \cdot \rho^2 \cdot \ddot{\varphi}_6 + 2 \cdot C_n \cdot (y_1 - y_2 + a \cdot y_6) \cdot a - 2 \cdot C_3 \cdot (y_1 - y_3 - b \cdot y_6) \cdot b &= 0. \end{aligned}$$

Частное решение этой системы:

$$y_i = A_i \cdot \sin(p \cdot t + a), i = 1, 2, 3, 6. \quad 3)$$

Задача может быть упрощена, если считать шины недеформируемыми.

Такая система обладает двумя степенями свободы, соответствующими координатами y_1 и y_6 . Предположим, что в выражениях (1) и (2) $y_2 = y_3 = 0$. Тогда соответственно для кинетической и потенциальной энергии получим:

$$T = \frac{m}{2} \cdot (\dot{y}_1^2 + \rho^2 \cdot \dot{\varphi}_6^2);$$

$$\Pi = C_n \cdot (y_1 + a \cdot y_6)^2 + C_3 \cdot (y_1 - b \cdot y_6)^2.$$

Уравнения Лагранжа примут вид:

$$\begin{aligned} m_1 \cdot \ddot{y}_1 + 2 \cdot C_n \cdot (y_1 + a \cdot y_6) + 2 \cdot C_3 \cdot (y_1 - b \cdot y_6) &= 0; \\ m_1 \cdot \rho^2 \cdot \ddot{\varphi}_6 + 2 \cdot C_n \cdot (y_1 + a \cdot y_6) \cdot a - 2 \cdot C_3 \cdot (y_1 - b \cdot y_6) \cdot b &= 0. \end{aligned}$$

Подставив сюда частное решение (3) и преобразовав уравнения, получим систему:

$$A_1 \cdot (-m \cdot p^2 + 2 \cdot C_n + C_3) + A_6 \cdot (2 \cdot C_n \cdot a - 2 \cdot C_3 \cdot b) = 0; \quad 4)$$

$$A_1 \cdot (2 \cdot C_n \cdot a - 2 \cdot C_3 \cdot b) + A_6 \cdot (-m \cdot \rho^2 \cdot p^2 + 2 \cdot C_n \cdot a^2 + 2 \cdot C_3 \cdot b^2) = 0. \quad 5)$$

Для получения нетривиального решения необходимо приравнять нулю определитель, составленный из коэффициентов при A_1 и A_6 :

$$\begin{vmatrix} -m \cdot p^2 + 2 \cdot C_n + 2 \cdot C_3 & 2 \cdot C_n \cdot a - 2 \cdot C_3 \cdot b \\ 2 \cdot C_n \cdot a - 2 \cdot C_3 \cdot b & -m \cdot \rho^2 \cdot p^2 + 2 \cdot C_n \cdot a^2 + 2 \cdot C_3 \cdot b^2 \end{vmatrix} = 0.$$

Развертывая определитель, получаем частотное уравнение второй степени относительно p^2 :

$$p^4 - 2 \cdot p^2 \cdot [C_n \cdot (a^2 + \rho^2) + C_3 \cdot (b^2 + \rho^2)] / (m \cdot \rho^2) + 4 \cdot C_n \cdot C_3 \cdot (a + b)^2 / (m^2 \cdot \rho^2) = 0.$$

После определения частот из этого уравнения можно найти обе собственные формы колебаний. Для этого из какого – либо уравнения (4) или (5) нужно образовать отношение амплитуд и подставить в него поочередно оба корня частного уравнения:

$$A_6 / A_1 = (m \cdot p^2 - 2 \cdot C_n - 2 \cdot C_3) / (2 \cdot C_n \cdot a - 2 \cdot C_3 \cdot b), \quad 6)$$

где A_6 – амплитуда чисто угловых колебаний при неподвижности центра масс транспортного средства; A_1 – амплитуда чисто вертикальных колебаний транспортного средства при отсутствии поворотов.

Рассмотрим частный случай распределения масс, когда $\rho^2 = a \cdot b$, т.е. когда радиус инерции автомобиля равен среднему геометрическому между величинами a и b . Отметим, что для этого расстояние $a + b$ между осями автомобиля должно быть меньше его общей длины (это на самом деле имеет место в автомобилях современной компоновки). Тогда корни частного уравнения:

$$p_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot C_n \cdot (a + b)}{m \cdot b}}; \quad (7)$$

$$p_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot C_3 \cdot (a + b)}{m \cdot a}}. \quad (8)$$

Для примера рассмотрим возможность применения параметров модели автомобиля ГАЗ – 3221 «Газель». Технические характеристики, необходимые для расчетов, принимаем в виде:

$$a = 2800 \text{ мм}; b = 1900 \text{ мм}; m = 3250 \text{ кг}.$$

Изменение жесткости передней подвески берем в пределах 10...14,4 кН/м, изменение жесткости задней подвески берем в пределах 30...34,4 кН/м.

Результаты расчетов представлены на рис. 2, 3.

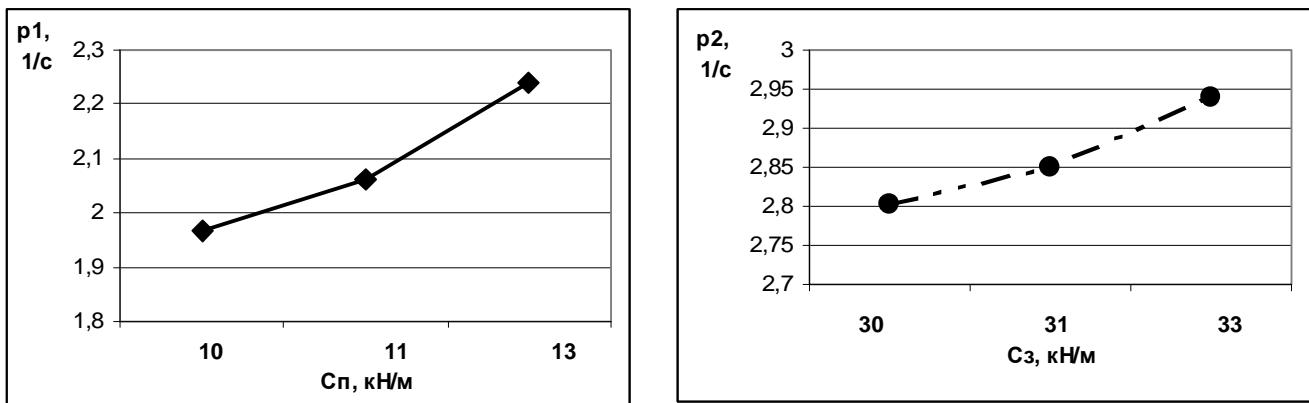


Рис. 2. Графики зависимости собственных частот колебаний кузова от жесткости

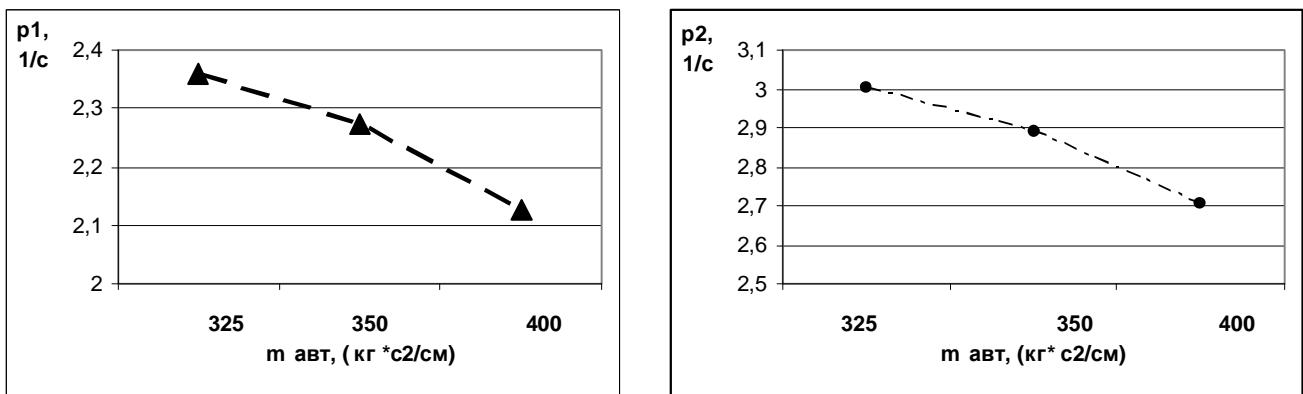


Рис. 3. Графики зависимости собственных частот колебаний кузова от массы автомобиля

Из полученных графиков видно, что при увеличении жесткости увеличивается и частота собственных колебаний, а увеличение массы автомобиля приводит к снижению частоты собственных колебаний.

Выбор параметров виброполосы проводим при условии одночастотного колебания АТС. Это значительно упрощает задачу, но позволяет установить предельные значения виброскорости и виброускорения, действующие на физиологическую систему водителя с целью обеспечения адекватного управления АТС.

Повышение уровня вибрации возможно лишь до определенного предела, достижение которого связано с отрицательным влиянием на водителя, вызывая ухудшение самочувствия и снижение работоспособности. В связи с этим необходимо оценивать практически возможные пределы повышения вибраций, снижающих уровень комфорта движения и свидетельствующих об изменении траектории движения АТС в нежелательном и опасном направлении [5].

Рассмотрим структуру неровности шумовой полосы в соответствии с зависимостями:

$$q(l) = q_0 \cdot \cos\left(2 \cdot \pi \cdot \frac{V}{H} \cdot t\right), \quad \text{а)} \quad q = q_0 \left(1 - \cos \frac{2\pi x}{H}\right), \quad \text{б)} \quad (9)$$

где q_0 - амплитуда отклонения поверхности от средней линии;

V – скорость автотранспортного средства;

H – шаг неровности;

x – пройденный путь;

t – время прохождения неровности.

Канал вибрации включает в себя колесо, корпус, амортизаторы и водителя АТС.

По модели одночастотного колебания без демпфирования амплитуда колебаний водителя запишем в форме:

$$Y_s = q_0 \frac{p^2}{p_1^2 - p^2},$$

где p_1 - собственная частота колебания АТС;

p - частота воздействия.

В реальных условиях система амортизации существенно снижает амплитуду колебаний водителя. Если принять во внимание коэффициент снижения в диапазоне 50...2000, по результатам расчета виброскорости и виброускарения можно установить некомфортную зону движения (см. табл. 1) [6].

Таблица 1

Некомфортная зона движения

Параметры (см/с)	Коэффициент снижения						
	50	100	150	500	1000	1500	2000
Y_B	0,2	0,1	0,07	0,02	0,01	0,006	0,005
\ddot{Y}_B	104	52	37	11	5	3	2,6

Перегрузку в центре тяжести АТС при движении по неровности (формула 9, б) с учетом амортизации (обжатие, пневматика) без учета работы амортизатора запишем в следующем виде:

$$n_d = \frac{1}{g} \frac{d^2 Y}{dt^2} = \frac{1}{g^2} \frac{1}{2} \left(\frac{2\pi V}{H} \right)^2 \left[h - (\delta_{м.д.} - \delta_{пр.}) \right] \cos \frac{2\pi V}{H} \cdot t.$$

где $d_{м.д.}$, $d_{пр.}$ - максимально допустимое и фактическое обжатие пневматика;

g – 9,8 м/с²;

h – 2 q_0 .

Максимальная перегрузка равна:

$$n_{д. max} = \frac{2\pi^2 V^2}{g\lambda^2} [h - (\delta_{м.д.} - \delta_{пр.})]$$

Меру «неудобства» устанавливаем в пределах по октавным полосам частот при синусоидальном воздействии: 16 Гц - $\dot{Y} = 5$ см/с; 32 Гц - $\dot{Y} = 3,5$ см/с; 63 Гц - $\dot{Y} = 2,5$ см/с. при этом амплитуда колебаний составляет: $Y_1 = 0,049$ см; $Y_2 = 0,017$ см; $Y_3 = 0,0063$ см.

Сопоставляя результаты представленные в табл. 1 и меры дискомфорта, определяем, что коэффициент снижения амплитуд колебаний по принятой модели изменяются в пределах от 50 до 150. Это позволяет принять решение о назначении параметров шумовой полосы: шаг 20 см, глубина 5 см. В дальнейшем предполагается продолжение исследований воздействия виброполосы на АТС с целью повышения безопасности движения и снижения количества ДТП.

Ежегодно в Пермском крае на строительство и реконструкцию автомобильных дорог вкладываются миллиарды рублей. Даже во время кризиса в дорожной отрасли расходовались немалые деньги. В связи с этим возрастает потребность в квалифицированных и надежных кадрах. Дорожная отрасль нуждается в грамотных специалистах, обладающих специальными знаниями в области современного проектирования, строительства, реконструкции и содержания автомобильных дорог.

Библиографический список

1. Новости в дорожном деле: Научно – технический информационный сборник/ ФГУП «ИНФОРМАВТОДОР». М., 2007. – Вып. 2. – 60с.
2. Кычкин В.И., Репецкий Д.С. Мониторинг автомобильных дорог с применением мобильных георадарных установок // материалы XXX научно – технической всероссийской конференции г. Пермь октябрь 2003 г., С. 131 – 140.
3. Юшков Б.С., Юшков В.С. Разметка автомобильных дорог с применением шумовых полос // материалы международной заочной научно – практической конференции «Вопросы науки и техники». Изд-во «ЭКОР-книга» г. Новосибирск 2012 г., С. 85 – 88.
4. Юшков Б.С., Бургонутдинов А.М., Юшков В.С. Исследование долговечности дорожной горизонтальной разметки в климатических условиях Урала // Международная заочная научная конференция. Технические науки: проблемы и перспективы г. Санкт – Петербург март 2011г., С. 208 – 212.
5. Юшков В.С. Горизонтальная разметка дорог по Европейскому типу // Сборник статей V международной научно-практической конференции «Научное творчество XXI века». Красноярск 2012 г. С. 320 – 325.
6. Юшков В.С. Новые подходы по нанесению горизонтальной дорожной разметки // Приволжский научный вестник № 2. Издательский центр Научного просвещения. Ижевск 2012 г. С. 17 – 19.

УДК 656

«ОПЫТНЫЕ ОБРАЗЦЫ НОВЫХ ВИДОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТУРИСТИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ»

Г. Ю. Засядьвовк - студент, Р.Ю. Лагерев – к.т.н., Михайлов А.Ю. – д.т.н.

В статье представлены опытный образец транспортного средства, разработанного на базе недавно созданного научно-исследовательского студенческого конструкторского объединения (НИСКО) «Транспортный менеджер» входящего в структуру кафедры менеджмента и логистики на транспорте. Рассматриваемое статье транспортное средство может получить широкое применение на эко-маршрутах в туристическом бизнесе, в деятельности спасательных подразделений МЧС, газонефтяной промышленности в геологоразведке, где применение тяжелой серийной техники не представляется возможным или нецелесообразным.

В последние время во всем мире получили распространение, так называемые, багги, спрос на которые увеличивается с каждым годом. Такие транспортные средства применяются в туризме, спорте, в нефтяной, газовой промышленности при работе на карьерах или в трудно доступной местности. Багги-легкая коляска, спортивный экипаж в конном спорте. Сейчас применяется для названия легкого внедорожника.

Впервые багги появились в 1950-е годы в [США](#). Сначала это были обычные [легковые автомобили](#), изношенные, уже не пригодные к нормальной эксплуатации. Они отличались экстравагантным внешним видом — без дверей, крыльев, а то и вовсе без [кузова](#). На них владельцы лихо носились по песчаным дюнам, порой устраивая между собой гонки. Новинка многим пришлась по вкусу, и стихийные соревнования стали иногда вырастать в грандиозные автокросс-шоу. Популярность багги росла и вскоре перешагнула границы Штатов — машины этого типа распространились по всему миру.

В начале 1970-х годов первые багги появились и в [СССР](#). В них тоже можно было узнать обычные легковые автомобили — «ГАЗ-69», «[Запорожец](#)»,



Рис. 1. Багги 1957 года

Багги разделяются на специально подготовленные машины предназначенные для подъёма на склоны под большим углом. Для этого они оснащены полным приводом,

широкими шинами под низким давлением для увеличения пятна контакта с землей. Также на багги данного класса отсутствуют передний и задний свесы для возможности заезда практически на отвесные склоны. Двигатель расположен спереди. Для улучшения проходимости машины оснащаются пневматической подвеской с регулировкой по высоте, и управляемыми задними колесами.



Рис. 2. Горная багги

Песчаные. Прародители всех багги, большее распространение получили в США максимально облегчены машины предназначенные для езды по сыпучему грунту, оснащаются задним приводом со специальной резиной протектор которой больше напоминает лопасти. Двигатель располагается сзади для улучшения сцепления, путем перемещения веса на заднюю ось.



Рис. 3. Песчаная багги



Рис. 4. Кроссовая багги

Кроссовые- Облегченные машины созданные для участия в соревнованиях на грунтовых поверхностях . Оснащаются задним либо полным приводом с двигателем расположенным позади водителя. С расширенной базой и заниженным клиренсом для увеличения устойчивости на поворотах. К таким машинам предъявляются особые требования по безопасности описанные в регламенте соревнований.



Рис. 5. Туристический автобус багги

Экскурсионные - используются для перевозки туристов по экскурсионным маршрутам в трудно доступной местности с достаточным комфортом и безопасностью.



Рис. 6. Грязевые багги

Грязевые – больше напоминающие джипы полно приводные монстры. Основное отличие от горных резиной со специальным грязевым грунтозацепом.



Рис. 7. Туристические багги

Туристические багги используются в основном для активного отдыха за городом, для выездов на природу, путешествий и просто для получения удовольствия. Багги данного типа распространены не менее кроссовых, но созданы для более комфортной езды. Основное отличие маломощный двигатель, малый расход топлива для поездок на дальние расстояния.



Рис. 8. Одноместная, детская багги с одноцилиндровым двигателем

Детские транспортные средства созданные специально для детей до 14 лет. Отличаются малыми размерами, малой мощностью двигателя и простотой конструкции и эксплуатации.



Рис. 9. Военная багги с пулеметной

Военные большие, мощные, предназначенные для перевозки людей машины, возможно со спец оборудованием и различным вооружением.



Рис.10. Электрический багги

Электрические – небольшие транспортные средства на электротяге предназначены в основном для перевозки людей и грузов.

Необходимость разработки новых видов транспортных средств (багги) обусловлена развитием туристических маршрутов (эко-маршрутов) на территории Иркутской области (Ольхон, Восточная сторона Байкала, Байкальский заповедник, р-н Чивыркуйского залива). Анализ рынка аналогичных транспортных средств позволит установить следующее:

- на рынке Иркутской области имеются аналогичные как опытные так и серийные образцы таких известных марок как Mitsubishi Honda , Kawasaki.

- имеются российские аналоги, но их стоимость превышает стоимость обычных легковых автомобилей.

В этой связи на базе НИСКО «Транспортный менеджер» студентом группы ОАП-08-2, предложен опытный образец 4-колесного транспортного средства, на базе агрегатов ЗАЗ 969, мощностью двигателя 40 л.с., с четырех ступенчатой трансмиссией, с развесовкой 60% на заднюю ось и максимальной проектной скоростью 90 км/ч.

Изначально было желание сделать «что-нибудь». Первой идеей конечно была идея переделать серийный автомобиль в нестандартное транспортное средство от увеличения мощности двигателя до яркой внешности. Прогулки в просторах интерната навели на песчаную багги – летающая машина над песчаными дюнами впечатлила, и было принято решение сделать такую же. В начале проекта было мало опыта в работе со сваркой в токарном искусстве, трубогибом.

Первым наиболее осуществимым проектом оказалась багги на агрегатах от ЗАЗ 969 «Запорожец». Недели были потрачены на поиск запорожец, и параллельно изучение Автокада, что позволило в дальнейшем выполнить схематичные чертежи будущего транспортного средства.

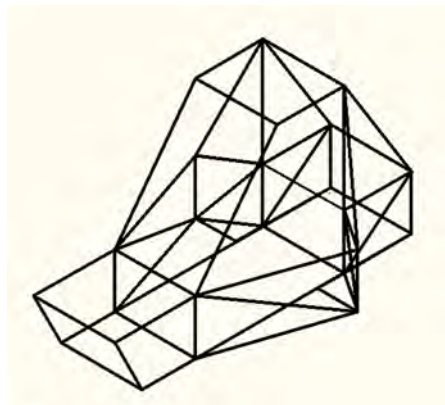


Рис.10. Схема одной из вариантов рамы планируемого багги

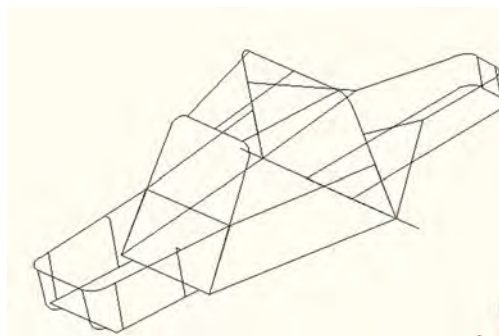


Рис.11. Вариант рамы выполненной каркаса в Автокад

После продолжительного осмотра купленного по цене металлолома запорожца все прошлые идеи пришлось отбросить и начать заново. Изначально предполагалось сделать всю подвеску независимой, четырех рычажной. Но на доноре задние рычаги оказались продольные поэтому было решено оставить так как есть. Двигатель ЗАЗ-968 позволяет спроектировать отличную машину. Его заднее расположение обеспечивает загрузку ведущих колес, что очень важно для автомобиля данного типа. У нашего проекта распределение веса на переднюю и заднюю оси составило 40 и 60%. Такое соотношение близко к оптимальному. Также при установке двигателя зеркально по отношению к его стандартному положению необходимо было перевернуть главную передачу, для того чтоб автомобиль двигался вперёд.

Рама это сварной трубчатый каркас. При его изготовлении использовались трубы из доступных конструктивных сталей: на основной каркас-труба 42-2,5 , на дуги безопасности, боковую защиту 32-2.

Подвески автомобиля независимые. Передние на треугольных рычагах, сварены из стальной трубы. Шаровые опоры и поворотный кулак жигулевские. Задняя подвеска смонтирована на стандартных продольных рычагах ЗАЗ. К ним крепятся кронштейн амортизатора и ограничитель максимального хода рычага.

Широкая колея повысила устойчивость машины, но вынудила удлинить полуоси. Чтобы они при крайнем нижнем положении рычагов не вышли из зацепления с главной передачей. Обшивка рамы оцинкованной стали выполняющей не только декоративную но и защитную функцию.

Библиографический список

1. Назаров, М.М. Специальные кроссовые автомобили – багги. 1980.
2. Морозов, К.А., Черняк, Б.Н., Синельников, Н.И. Особенности рабочих процессов высоко- оборотных карбюраторных двигателей. 1971.
3. Журнал «Моделист конструктор» 1986-11.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ПОДВИЖНОСТИ ЛЬГОТНЫХ КАТЕГОРИЙ НАСЕЛЕНИЯ СВЕРДЛОВСКОГО И ЛЕНИНСКОГО РАЙОНОВ Г. ИРКУТСКА

**Н.В. Тарханова, доцент кафедры менеджмента и логистики на транспорте,
Т.А. Агафонова, студент гр. ОАП-07-1**

Иркутский государственный технический университет

Статья посвящена анализу факторов, влияющих на транспортную подвижность льготных категорий населения г. Иркутска. Представлены результаты обследования транспортной подвижности льготных категорий населения Свердловского и Ленинского районов.

Ключевые слова: льготные категории пассажиров; транспортная подвижность; городской пассажирский транспорт; спрос на транспортные услуги; метод обследования; факторы, влияющие на транспортную подвижность.

Транспортная подвижность населения - это один из основных показателей, характеризующих транспортную систему, также является интегральным показателем, отражающим противоречивый комплекс факторов: ритм жизни региона, градостроительные особенности, благосостояние населения, степень развития транспортной сети города [1].

В целях обеспечения доступности транспортных услуг постановлением правительства Иркутской области утвержден порядок предоставления льгот отдельным категориям граждан [3]. В связи с постоянным ростом количества пассажиров, использующих льготный проезд на городском пассажирском транспорте общего пользования, следует уделять особое внимание мероприятиям по улучшению транспортного обслуживания данных категорий населения. Необходимо прогнозировать пассажиропотоки, находить пути снижения времени, затрачиваемого на поездку. Для выявления транспортной подвижности льготных групп населения, было проведено обследование передвижений льготников методом анкетирования.

Анкетный метод позволяет получать наиболее обширную информацию для анализа не только пассажиропотоков, но и социальной структуры пассажиров, степени удовлетворения спроса населения на транспортные услуги, оценки качества транспортного обслуживания пассажиров, затрат времени населения на передвижения и иных вопросов [1]. Обследования проводились на кафедре «Менеджмент и логистика на транспорте» НИИрГТУ.

Транспортная сеть города Иркутска была разбита на тринадцать зон обследования. В данной статье рассматриваются четыре зоны: «девятая», «десятая», «одиннадцатая» и «двенадцатая». Микрорайоны: «Первомайский», «Университетский», «Синюшина Гора», включая промышленные зоны ТЭЦ и «Мельниково», были отнесены к девятой зоне. Район между улицей Большая Кировская и улицей Тракторная, и район «Мамоны», вошли в десятую зону, по которой, в результате обработки данных, не обнаружилось передвижений. В одиннадцатую зону были включены такие микрорайоны, как: «2й Иркутск», «Боково», «Жилкино». Район «Новоленино», включая промышленную зону, вошёл в двенадцатую зону.

По данным анкетирования была определена сетевая транспортная подвижность, учитывающая число полных поездок от начального пункта до пункта назначения, независимо от количества пересадок и видов транспорта. Была рассчитана маршрутная и общая транспортная подвижность, и коэффициент пересадочности.

Так же был проведён сравнительный анализ по следующим факторам: цели и время передвижения; затраты времени на поездку между зонами; предпочтительное время

передвижения; время на передвижение по видам льготных групп населения; предпочтительный вид транспорта.

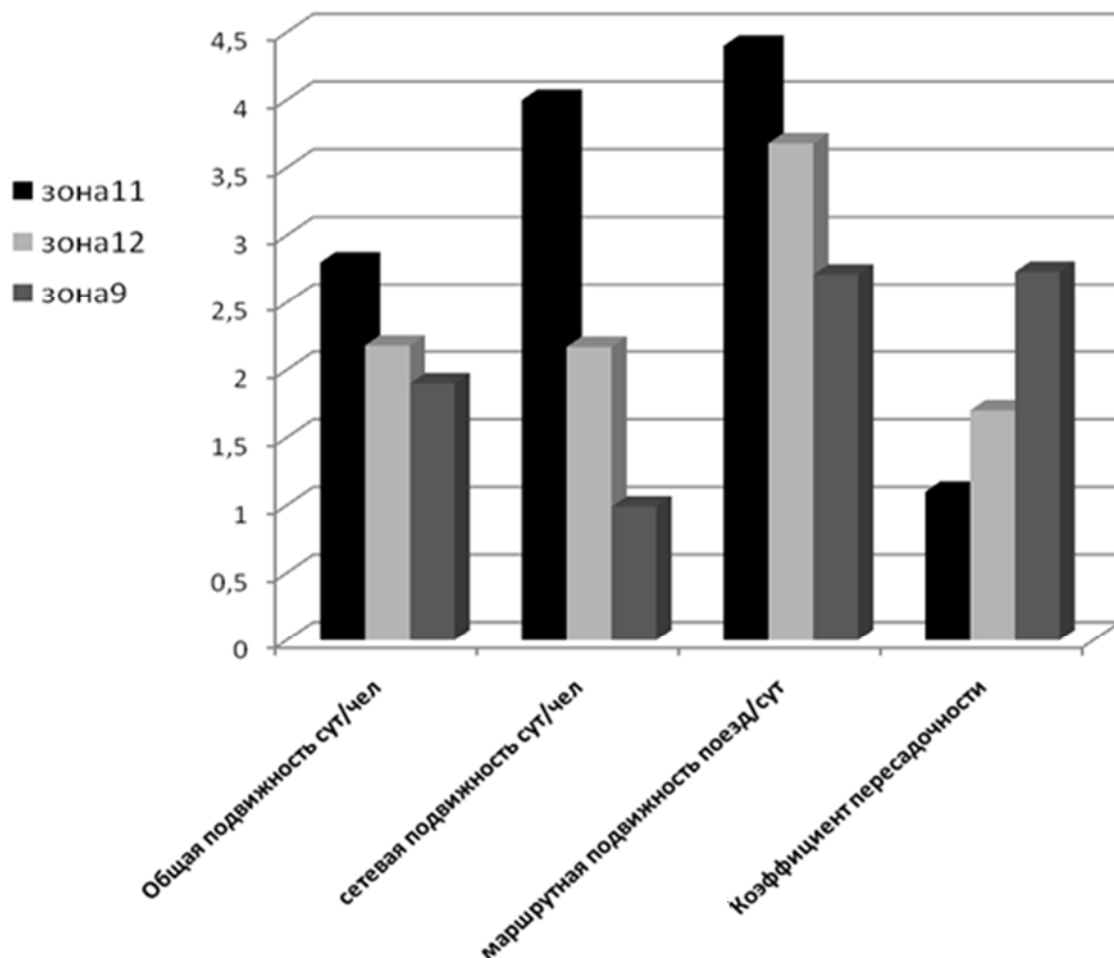


Рис. 1. Общие показатели сети по районам города Иркутска

На рисунке 1 представлены значения показателей транспортной подвижности по трём зонам, а так же коэффициент пересадочности.

Наибольшие показатели общей транспортной подвижности можно наблюдать в одиннадцатой и двенадцатой зонах, т.е. в основном, в Ленинском районе. Общая подвижность в микрорайонах «2й Иркутск», «Боково», и «Жилкино» равна 2,8 поездкам в сутки на человека; в двенадцатой зоне данный показатель составил 2,18 поездок в сутки на человека. Наибольшая сетевая подвижность также наблюдается в районах одиннадцатой зоны и составляет 4 поездки в сутки на человека. Маршрутная подвижность данной зоны равна 4,4, что так же является максимальным показателем.

Нормативное значение коэффициента пересадочности, в целом для населения, равно 1,7 пересадкам на человека [2]. В девятой зоне наблюдается наибольшее количество пересадок на одного пассажира в сутки по сравнению с другими районами, коэффициент пересадочности составляет 2,5 пересадок на пассажира, что превышает норматив, а минимальное значение данного показателя равно 1, его можно наблюдать в одиннадцатой зоне.

В районах с высокой подвижностью и с большим коэффициентом пересадочности следует внедрять новые, рациональные маршруты, увеличивать количество автотранспорта.

Эти мероприятия позволят снизить количество пересадок, длину маршрута движения и, соответственно, уменьшить время, затрачиваемое на поездку.

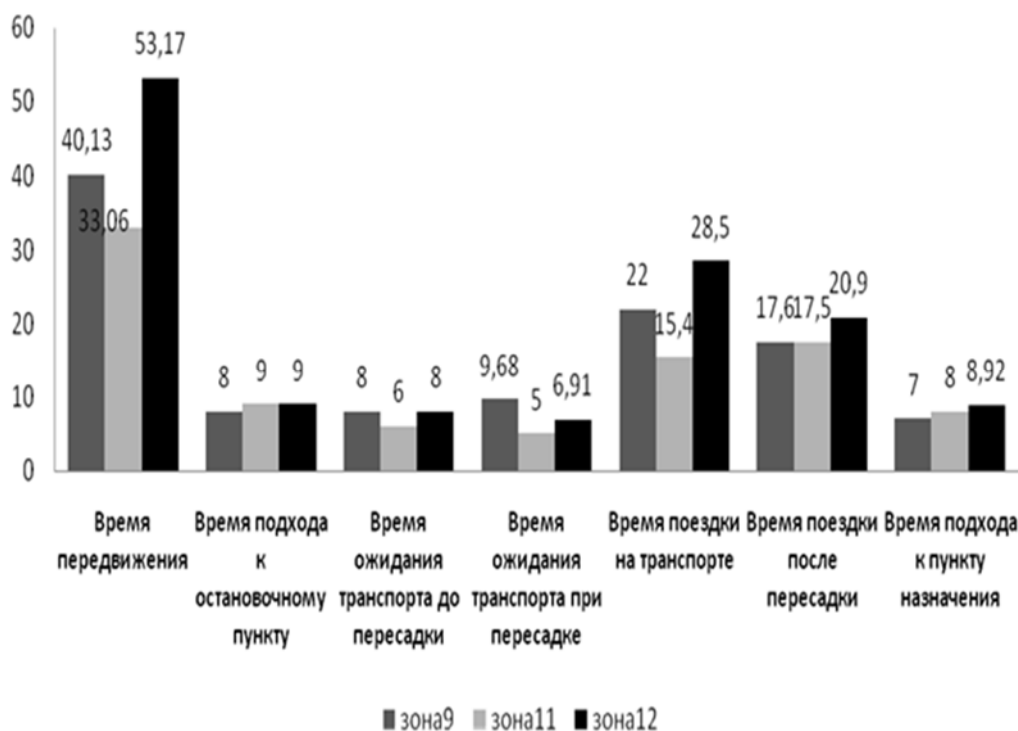


Рис. 2. Средние затраты времени на передвижение

На рисунке 2 указаны затраты времени на передвижение по трудовым целям между тремя зонами.

В целом, на все передвижения больше всего тратят времени льготные категории населения таких районов, как: «Новоленино», «Университетский», «Синюшина Гора», «Первомайский». Это свидетельствует о том, что пункты тяготения находятся далеко от данных районов, пассажиры вынуждены делать много пересадок.

Максимальное значение времени передвижения можно наблюдать в двенадцатой зоне, оно составляет 53,17 минут. В районах одиннадцатой зоны данный показатель равен 33,6 минутам, и это значение является минимальным. Затраты времени на транспортные передвижения, по городу Иркутск, не должны превышать 37 минут, в противном случае, у пассажиров возможно появление различных физиологических расстройств [2]. Следовательно, нужно применять мероприятия по снижению данного показателя. Время ожидания транспорта в этих районах также высокое, самое наибольшее значение зафиксировано в девятой и двенадцатой зонах, и составляет 8 минут. Минимальное значение времени ожидания транспорта можно наблюдать в девятой зоне, оно равно 6 минутам.

Так же следует обратить внимание на время подхода к пункту тяготения. По возможности, оно не должно превышать пятнадцати минут [2]. В данных районах этот показатель не превышает нормы. В девятой зоне время подхода к пункту тяготения равно 7 минутам, в одиннадцатой зоне значение данного показателя составляет 8 минут, максимальное время подхода к пункту назначения зафиксировано в двенадцатой зоне и равно 8,92 минут. Это свидетельствует о том, что остановочные пункты находятся вблизи от пунктов проживания. Это снижает затраты на передвижение, что необходимо не только для льготных категорий населения, но и для всех пассажиров.

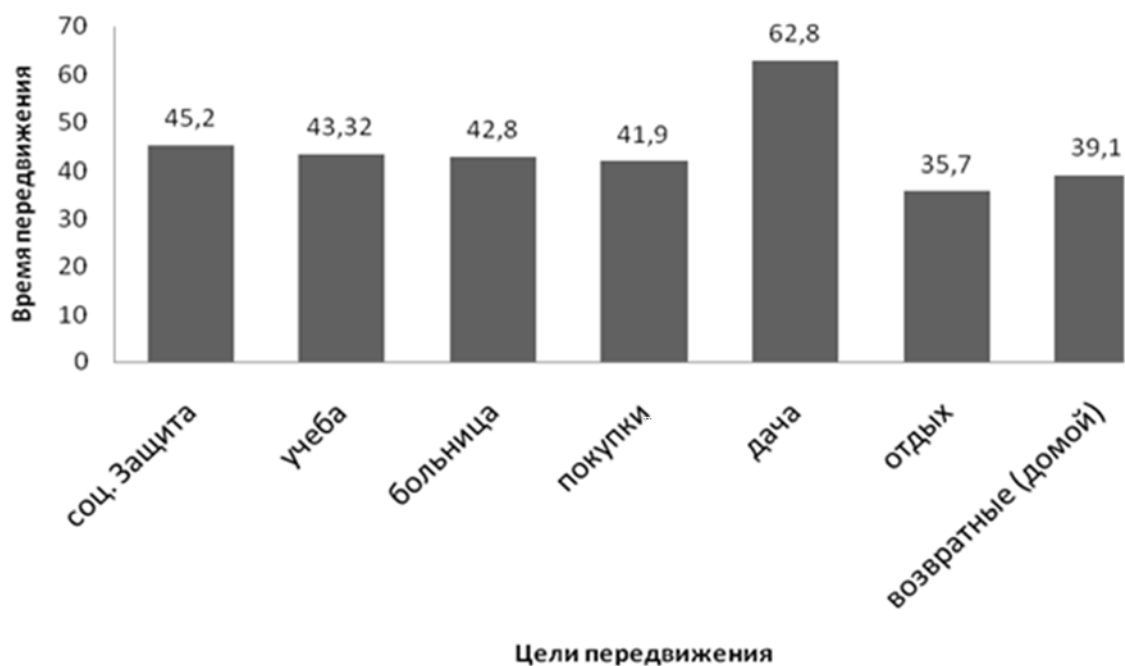


Рис. 3. Время передвижения по целям (зона «9»)

На диаграмме девятой зоны (рис. 3) видно, что присутствуют практически все предложенные цели передвижения: работа, пенсионный фонд, деловые цели, соц. защита, учёба, больница, покупки, дача, отдых, возвратные домой. Максимальное время передвижения осуществляется по цели «дача» и составляет 62,8 минут. Наименьшее значение данного показателя осуществляется по цели «отдых» 35,7 минут.

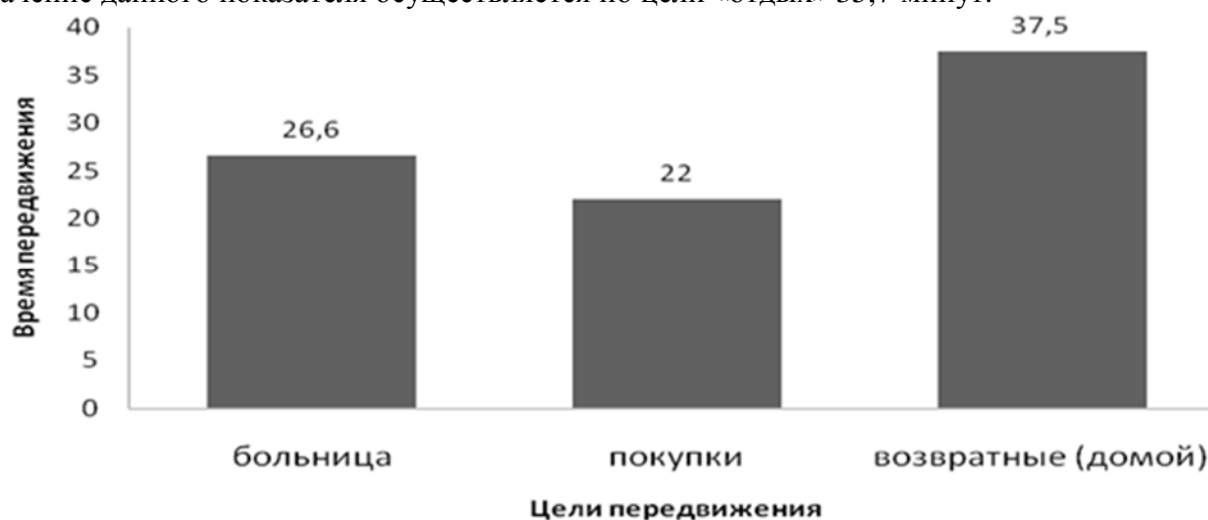


Рис. 4. Время передвижения по целям (зона «11»)

На рисунке 4, изображены данные районов: «2й Иркутск», «Боково», «Жилкино». В этой зоне присутствуют всего три цели передвижения: больница, покупки, возвратные домой. Максимальное время передвижения осуществляется по цели «возвратные», оно составляет 37,5 минут. Самое наименьшее значение можно наблюдать по цели «покупки», время передвижения здесь равно 22 минуты.

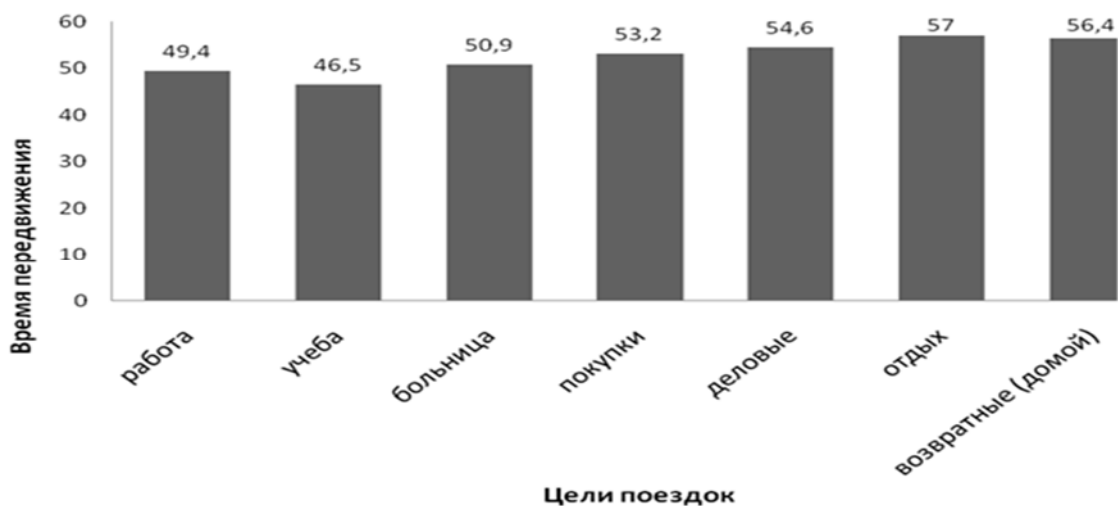


Рис. 5. Время передвижения по целям и зонам (зона «12»)

В районах двенадцатой зоны, данные о которой изображены на рис.5, в основном происходят передвижения по целям: работа, деловые, учеба, больница, покупки, отдых, возвратные (домой). Наибольшее время передвижения осуществляется по цели «отдых», оно составляет 57 минут.

Согласно результатам, полученным в ходе исследования, можно сделать вывод о том, что наибольшие показатели общей подвижности можно наблюдать в основном в Ленинском районе. Максимальный коэффициент пересадочности был зафиксирован в девятой зоне и превысил нормативное значение. Льготные группы населения в основном предпочитают совершать прямые поездки, без пересадок.

Общее время передвижения так же превышает норму, это можно наблюдать в районах девятой и двенадцатой зоны. Время, затрачиваемое на подход к остановочному пункту и пункту назначения, является оптимальным и не превышает норматива, который составляет пятнадцать минут [2].

Если говорить о времени передвижения из районов по целям, то можно сделать вывод о том, что льготные категории населения в основном совершают передвижения по таким целям, как: «дача», «отдых», «возвратные». Исходя из этого, следует обратить внимание на то, что подвижной состав должен, по возможности, обеспечивать поездки льготных групп населения до определённого пункта назначения на прямую, без пересадок и по рациональному маршруту. Всё это позволит снизить время на передвижение и удовлетворит потребности пассажиров.

Библиографический список

1. Тарханова Н.В. «Анализ факторов влияющих на транспортную подвижность льготных категорий населения». Вестник ВАК - ИрГТУ, 2011г.
2. СНИП 2.07.01 -89*.
3. Колганов С.В. Особенности организации перевозок пассажиров льготных категорий в г. Иркутске. Международная научно-практическая конференция «Проблемы и перспективы развития Евроазиатских транспортных систем». Челябинск 2010г.

ОБСЛЕДОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ПОДВИЖНОСТИ ЛЬГОТНЫХ КАТЕГОРИЙ ГРАЖДАН ПРАВОБЕРЕЖНОГО ОКРУГА Г. ИРКУТСКА

**Н.В. Тарханова, доцент кафедры менеджмента и логистики на транспорте,
А.К. Десятова, студент гр. ОАП-07-1**

Иркутский государственный технический университет

Статья посвящена анализу факторов, влияющих на транспортную подвижность льготных категорий населения г. Иркутска. Представлены результаты обследования транспортной подвижности льготных категорий населения по Правобережному округу.

Ключевые слова: льготные категории пассажиров; транспортная подвижность; городской пассажирский транспорт; спрос на транспортные услуги; метод обследования; факторы, влияющие на транспортную подвижность.

Транспортная подвижность населения является одной из важнейших характеристик, знание которой позволяет обоснованно оценивать и рассчитывать потребность в транспортных средствах, обеспеченность населения услугами общественного транспорта, а также осуществлять мероприятия по улучшению транспортного обслуживания населения

Транспортная подвижность - это число поездок, приходящееся в год на одного жителя. На транспортную подвижность населения влияют не только основные факторы, определяющие объем работы пассажирского транспорта, но и благосостояние населения, степень развития транспортной сети города, социальное и культурное его значение.

Перевозка льготников является одной из важных задач органов местного самоуправления. Учитывая большое социальное значение перевозок пассажиров, установлены и действуют льготы в оплате проезда. Под льготой в оплате проезда понимают право пассажира проезжать без оплаты проезда или пользоваться скидкой при оплате проезда в связи с принадлежностью этого пассажира к определенной социальной категории граждан, для которых данная льгота установлена [1]. К видам льготных категорий населения относят: 1. Федеральные: участники ВОВ, ветераны боевых действий (не ВОВ), инвалиды 1-3 степени, а так же дети-инвалиды, лица подвергшиеся воздействию радиации; 2. Региональные: ветераны труда, труженики тыла, репрессированные и реабилитированные лица; 3. Местные: пенсионеры.

В целях повышения качества транспортного обслуживания льготных категорий населения в г. Иркутске проводятся исследования подвижности льготных категорий населения. Одно из таких исследований было произведено на кафедре «Менеджмент и логистика на транспорте» НИИрГТУ. В задачи исследования входило: изучение пассажиропотоков льготных категорий населения, распределение их по направлениям, выявление факторов, влияющих на подвижность льготных категорий населения.

Транспортная сеть г. Иркутска была разбита на тринадцать зон обследования:

1. Бывший Кировский административный район;
2. Лисиха и территория между ул. Байкальская и ул. Депутатская;
3. Микрорайон «Солнечный» - Сибэкспоцентр;
4. Октябрьский район между ул. Депутатская и р. Ушаковка;
5. Предместье «Рабочее»;
6. Предместье «Марата», включая микрорайон «Топкинский»;
7. «Глазковское» предместье;
8. Юго-западная часть Свердловского района, включая «Академгородок»;
9. Микрорайоны: «Первомайский», «Университетский», «Синюшина Гора», включая промзоны ТЭЦ и «Мельниково»;

10. Район между ул. Большая Кировская и ул. Тракторная и район «Мамоны»;
11. «2-й Иркутск», «Боково», «Жилкино»;
12. Район «Новоленино», включая промзону;
13. Район «Зеленый»

Для обследования был выбран анкетный метод. Анкетный метод позволяет получать наиболее обширную информацию для изучения не только пассажиропотоков, но и социальной структуры пассажиров, степени удовлетворения спроса населения на транспортные услуги, оценки качества транспортного обслуживания пассажиров, затратах населения на транспорт и иных вопросов [1].

Обследование проводилось в пунктах повышенного интереса для льготных категорий населения г. Иркутска Правобережного округа:

- отделы министерства социального развития,
- пенсионные фонды,
- советы ветеранов,
- улицы и остановки города.

Первым вопросом анкеты являлся – «категория льгот». Структура пассажиров по категориям льгот распределилась следующим образом: основную массу льготников при поездках на городском пассажирском транспорте составляют пенсионеры 37,2 % и ветераны 25,8%, на инвалидов 1 –ой группы приходится 12,8%, а инвалиды 2- ой группы составляют 10,2% (рис. 1).

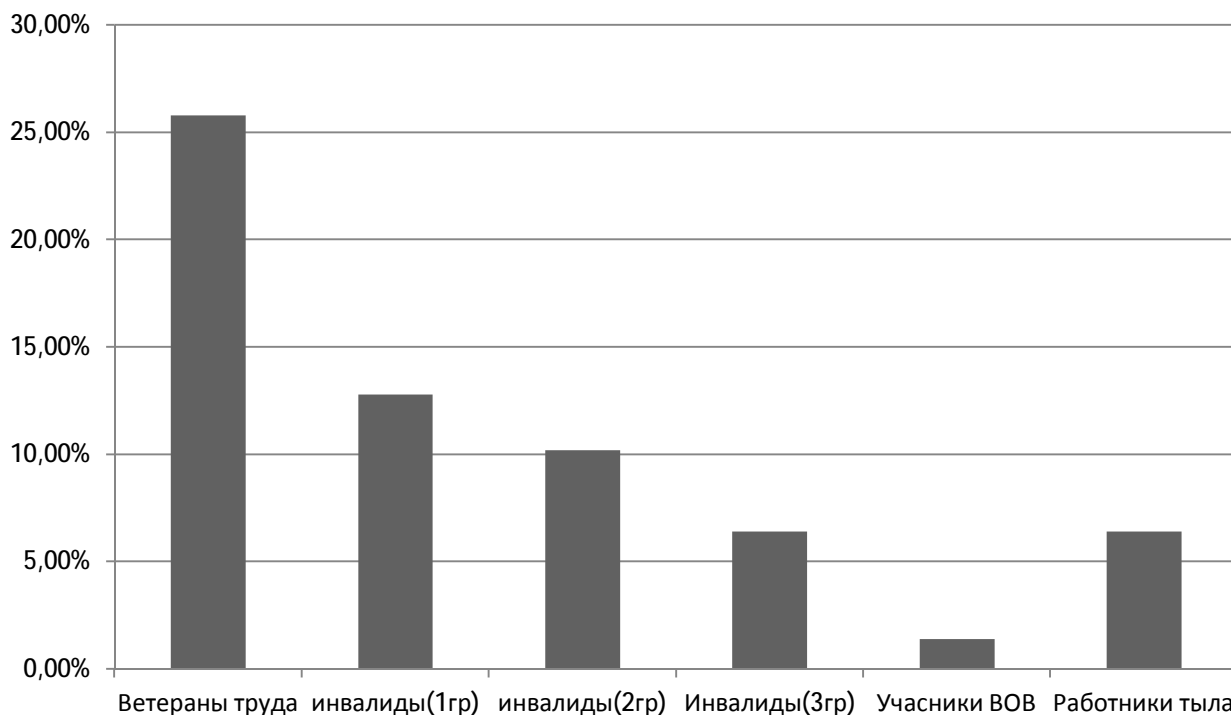


Рис. 1. Структура пассажиров льготных категорий, %

Вторым вопросом анкеты являлся – «возраст». Респондентов распределили на 4 возрастные категории: «до 18 лет», «19 - 30 лет», «31 - 59 лет», «60 и выше». К возрастной категории «до 18» относятся 12 % льготников. Максимальное количество льготников приходится на категорию «60 и выше» и составляет 58%.. К возрастной категории «31 - 59» относятся 25,3 % льготников. Наименьшее количество льготников относится к категории «19 - 30» на них приходится всего 4,7 % льготников (рис. 2).

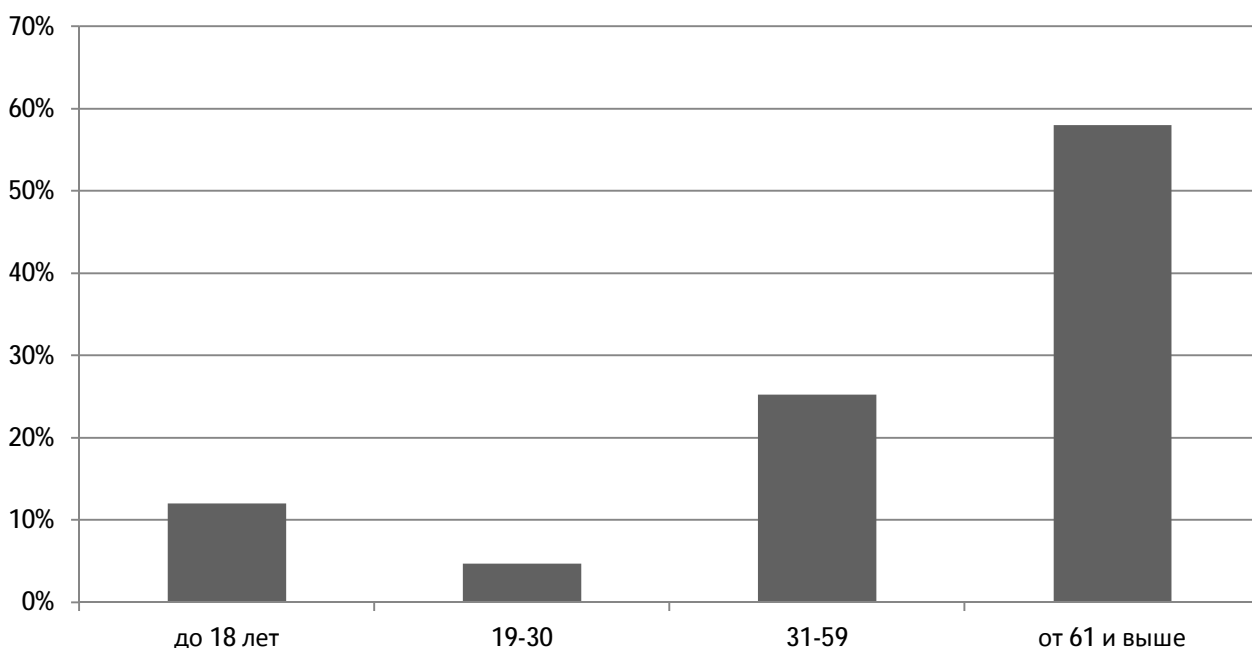


Рис.2. Структура пассажиров льготных категорий по возрасту, %

Далее респонденты описывали суточный цикл своих передвижений «за типичный день» для выявления типологии суточных циклов передвижений. Структура целей поездок пассажиров льготных категорий (рис. 3).



Рис. 3. Структура целей поездок пассажиров льготных категорий, %

Распределение поездок льготников по целям показывает, что преобладающее количество передвижений «возвратные» 25,4%, 23,7% поездок осуществляется за покупками, 23% поездок - в больницу. На работу и в Пенсионный фонд совершается 8,2%. На отдых приходится 5,5% всех совершаемых поездок. На цели, связанные с поездками в отделы социальной защиты (Собес) и на дачу приходится всего 1%. Структура подвижности, установленная опросом, свидетельствует о том, что подавляющее большинство поездок носит вынужденный производственно-бытовой характер.

В результате обследований выявлено, что транспортная подвижность опрошенных респондентов в зависимости от интервала времени значительно различается. Основная часть поездок совершается в межпиковое время с 10.00 - 17.00 часов на них приходится 42% всех совершаемых поездок. 24,2% опрошенных респондентов совершают поездки с 8.00-10.00 часов. В период с 17. 00 - 19.00 часов приходится 22, 3 %. В утренние часы с 7.00 до 8.00 осуществляется 11,5%. После 19.00 по обследованным анкетам, льготники не совершают поездок.

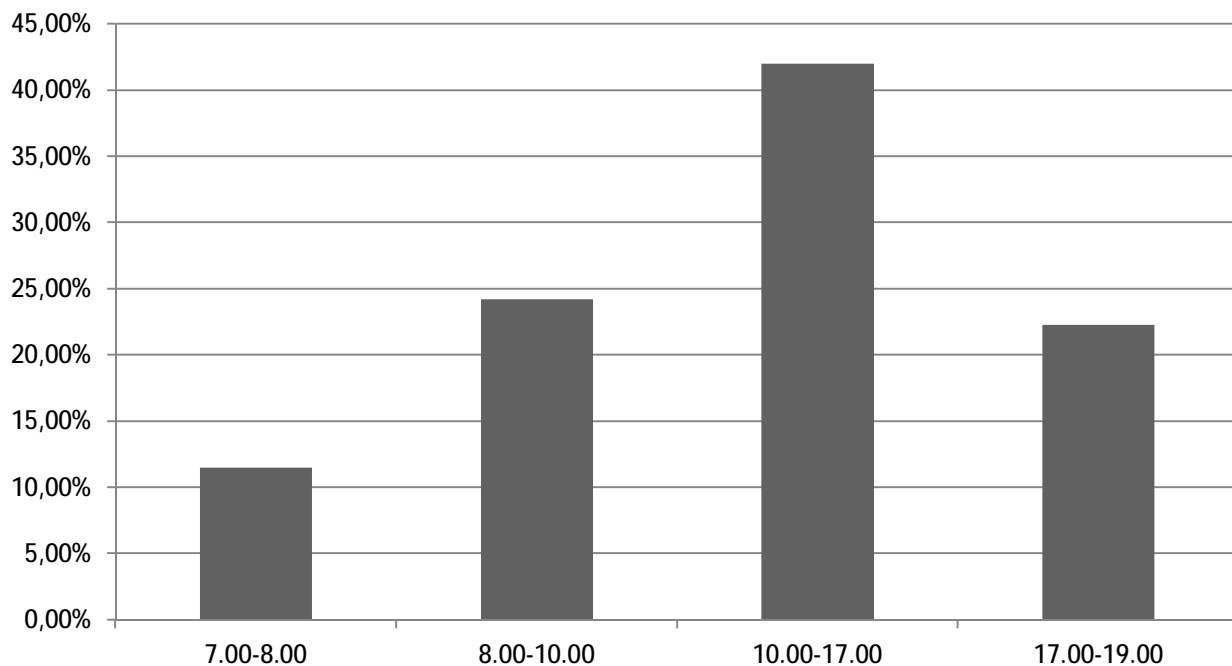


Рис. 4. Предпочтительные интервалы времени поездок льготных категорий пассажиров, %

Следовательно, большая часть льготных категорий населения передвигаются преимущественно в обеденное время с целью совершения покупок или в больницу.

Анализ средних затрат времени на данный показатель передвижения выявил, что среднее время передвижения 37,65 минут. Время подхода к остановочному пункту составляет 7,8 мин., этот показатель ниже нормативного, он составляет 10-15 мин, остановочные пункты расположены допустимо от места жительства респондентов [2]. Ожидание подходящего транспорта значительно увеличивает суммарное время поездки и составляет 7,9 мин., время поездки – 15,7 мин. Время ожидания транспорта при пересадки составляет 8,5 мин., время езды после пересадки 9 мин., время подхода к пункту назначения составляет 8,5 мин.

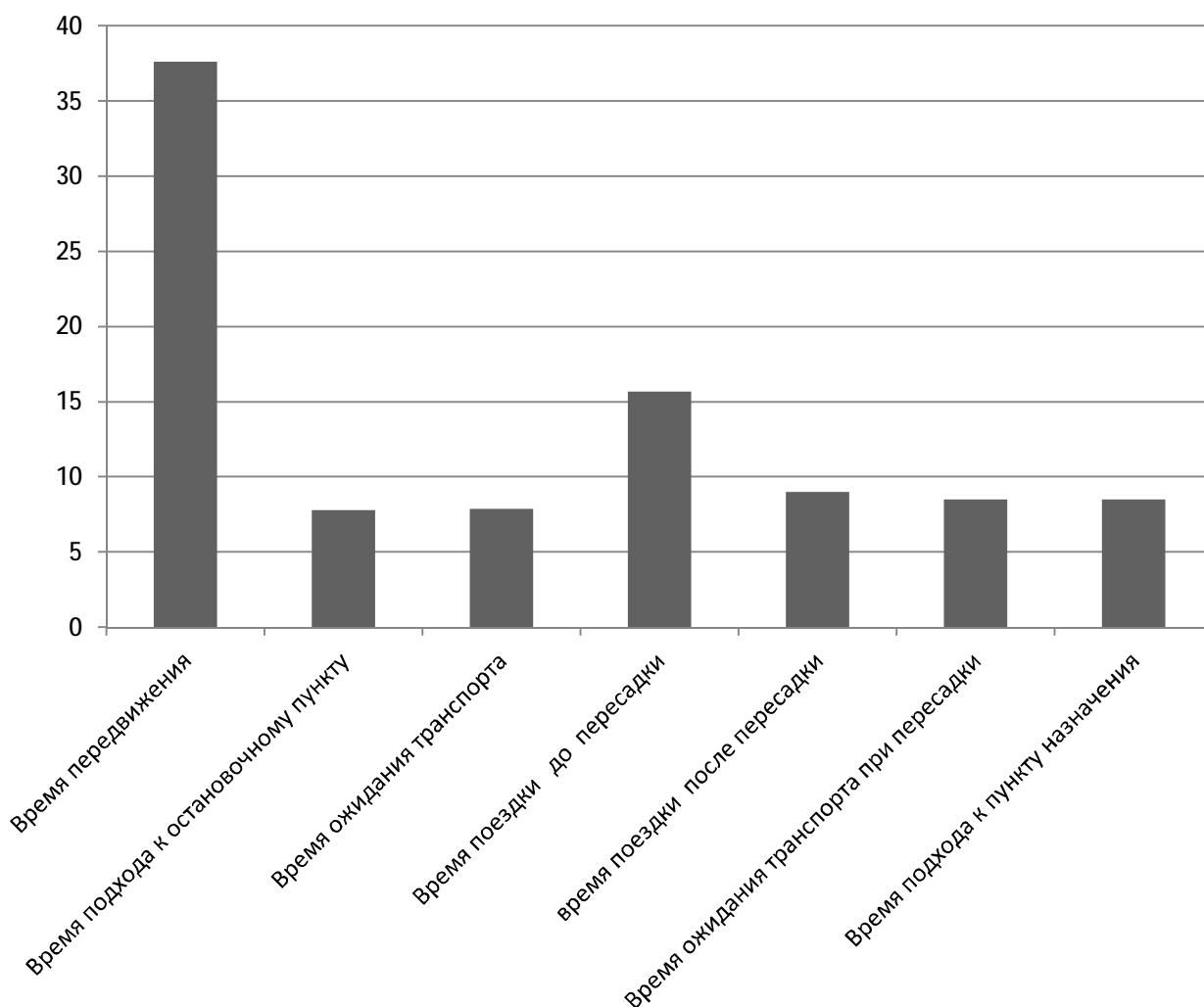


Рис. 5. Средние затраты времени на передвижения, %

Таким образом, в результате обследований выявлено, что значительную долю льготников составляют пенсионеры, достигших возраста «60 и более». Структура подвижности, свидетельствует о том, что подавляющее большинство поездок носит вынужденный производственно-бытовой характер. Основная часть поездок совершается в межпиковое время с 10.00-17.00 часов, следовательно, большая часть льготных категорий населения передвигаются преимущественно в обеденное время в основном по бытовым целям.

Библиографический список

1. Тарханова Н.В. «Анализ факторов влияющих на транспортную подвижность льготных категорий населения». Вестник ВАК - ИрГТУ, 2011г.
2. СНИП 2.07.01 -89*.

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ПОЕЗДОК ЛЬГОТНЫХ КАТЕГОРИЙ ГРАЖДАН ОКТЯБРЬСКОГО РАЙОНА Г. ИРКУТСКА

**Н.В. Тарханова, доцент кафедры менеджмента и логистики на транспорте,
С.А. Храткевич, студент гр. ОАП-07-1**

Иркутский государственный технический университет

Статья посвящена анализу факторов, влияющих на транспортную подвижность льготных категорий населения г. Иркутска. Представлены результаты обследования транспортной подвижности льготных категорий населения Октябрьского района.

Ключевые слова: льготные категории пассажиров; транспортная подвижность; городской пассажирский транспорт; спрос на транспортные услуги; метод обследования; факторы, влияющие на транспортную подвижность.

Перевозка льготников является одной из важных задач органов местного самоуправления. Учитывая большое социальное значение перевозок пассажиров, установлены и действуют льготы в оплате проезда. Под льготой в оплате проезда понимают право пассажира проезжать без оплаты проезда или пользоваться скидкой при оплате проезда в связи с принадлежностью этого пассажира к определенной социальной категории граждан, для которых данная льгота установлена.

Зависимость подвижности льготных категорий населения от факторов, на нее влияющих, пока еще исследовано недостаточно полно. С этой целью было проведено обследование транспортной подвижности граждан октябрьского района г. Иркутска, имеющих право на меры социальной поддержки.

Для обследования был выбран анкетный метод. Анкетный метод позволяет получать наиболее обширную информацию для изучения не только пассажиропотоков, но и социальной структуры пассажиров, степени удовлетворения спроса населения на транспортные услуги, оценки качества транспортного обслуживания пассажиров, затратах населения на транспорт и иных вопросов [1].

Обследование необходимо, для того, чтобы иметь представление о льготниках, их категориях, возрасте, передвижениях, целях поездки, времени затраченного на поездку, доступности остановочных пунктов.

Исследование основано на интервьюировании 612 респондентов, в Октябрьском районе г. Иркутска имеющих право на меры социальной поддержки.

Исследование проводилось в пунктах повышенного интереса для льготных категорий населения г. Иркутска Октябрьского р-на:

- отделы министерства социального развития,
- пенсионные фонды,
- советы ветеранов,
- улицы и остановки города.

Первым вопросом анкеты являлся – «категория льгот».

Структура пассажиров по категориям льгот распределились следующим образом. Пенсионеры -34 % и ветераны - 32,1% составляют основную массу льготников при поездках на городском пассажирском транспорте. Следующие по численному значению инвалиды 2 – ой степени 11,73% и инвалиды 3- ой степени – 7,8%.

Более подробная структура пассажиров по категориям льгот представлена на рисунке 1.

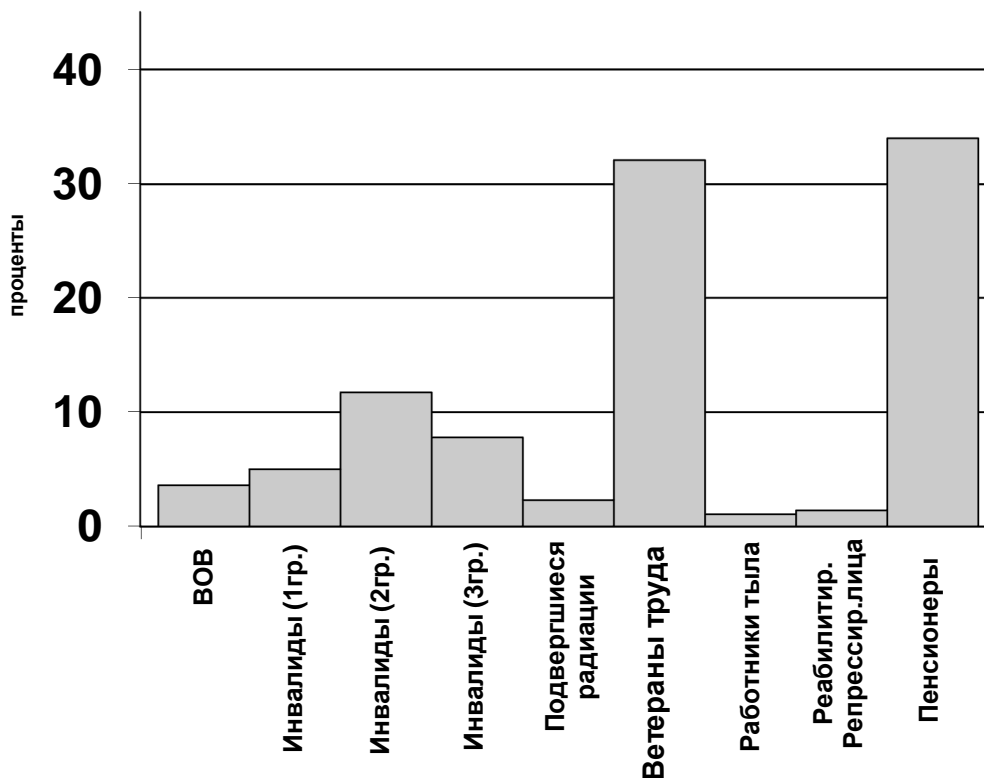


Рис. 1. Структура пассажиров льготных категорий, %

Вторым вопросом анкеты являлся – «возраст». Респондентов распределили на 4 возрастные категории: до 18 лет, 19-30 лет, 31-59 лет, 60 и выше. К возрастной категории «до 18» относятся 6,5 % льготников. К возрастной категории «19 - 30» относятся 20,1 % льготников. К возрастной категории «31 - 59» относятся 10,3 % льготников. Значительная удельная доля приходится на пенсионеров г. Иркутска Октябрьского района достигших возраста 60 лет и более лет 63,17%.

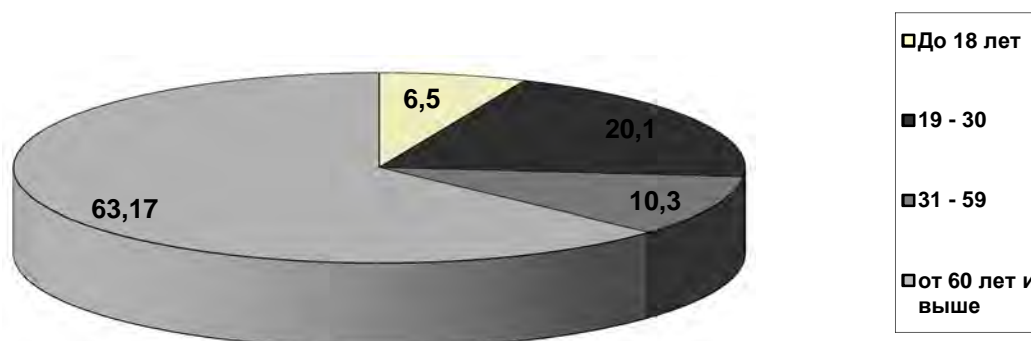


Рис.2. Структура пассажиров льготных категорий по возрасту, %

Далее респонденты описывали суточный цикл своих передвижений “за типичный день” для выявления типологии суточных циклов передвижений. Структура целей поездок работающих и неработающих пассажиров льготных категорий представлена на рисунке 3.

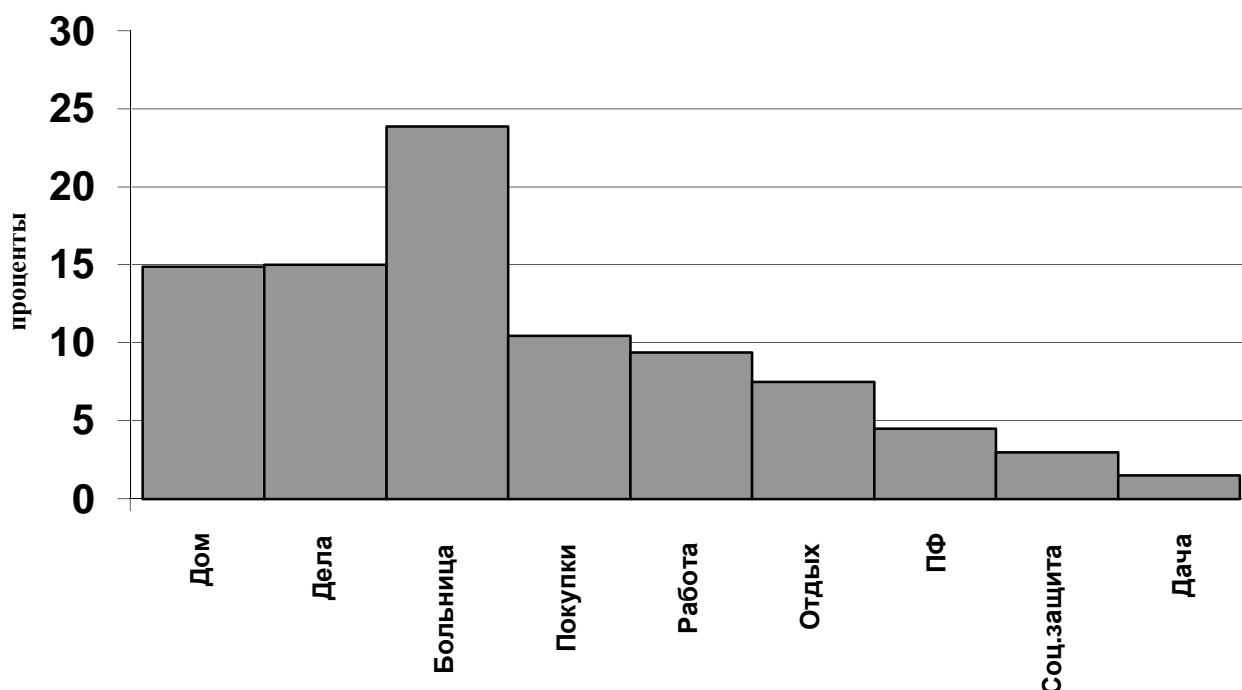


Рис. 3. Структура целей поездок работающих и неработающих пассажиров льготных категорий, %

Распределение поездок льготников по целям показывает, что преобладающее количество передвижений - это больница 23,9% при этом не все респонденты, возвращались домой. 15% поездок осуществилось по делам и домой, 10,45% поездок – покупки. На работу-9,4%. На отдых приходится 7,5% всех совершаемых поездок. На цели, связанные с пенсионным фондом-4,5%, соц. защиты – 3%. Дача - только 1,5%. Структура подвижности, установленная опросом, свидетельствует о том, что подавляющее большинство поездок носит вынужденный производственно-бытовой характер.

Предпочтительное время совершения поездок для работающих и неработающих льготников отличается (рис. 4.).

В результате обследований выявлено, что транспортная подвижность опрошенных респондентов в зависимости от интервала времени значительно различается. Основная часть поездок совершается в межпиковое время с 10.00-17.00 часов - 34,5%. Однако 33% опрошенных совершают поездки с 17.00-19.00 часов. В утренние часы с 7.00 до 8.00 – 12,5%, с 8.00 до 10.00 часов – 17%. Меньше всего поездок льготниками совершается после 19.00 – лишь 3%.

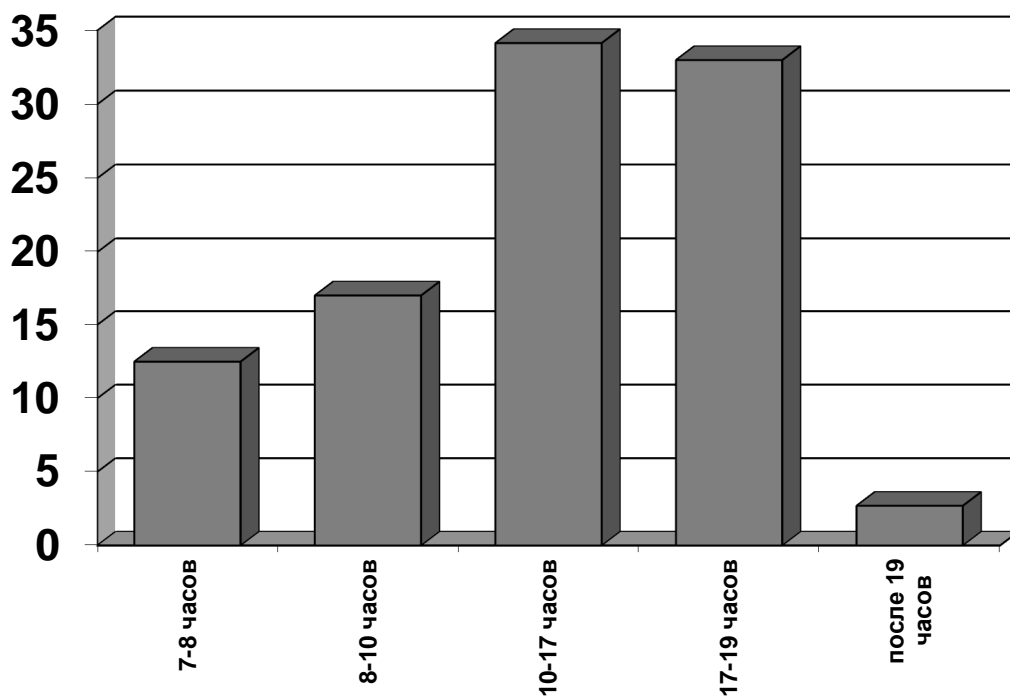


Рис. 4. Предпочтительные интервалы времени поездок льготных категорий пассажиров, %

Таким образом, в результате обследований выявлено, что большая часть льготных категорий населения не работает. Передвигаются преимущественно в обеденное время с целью совершения покупок или в больницу.

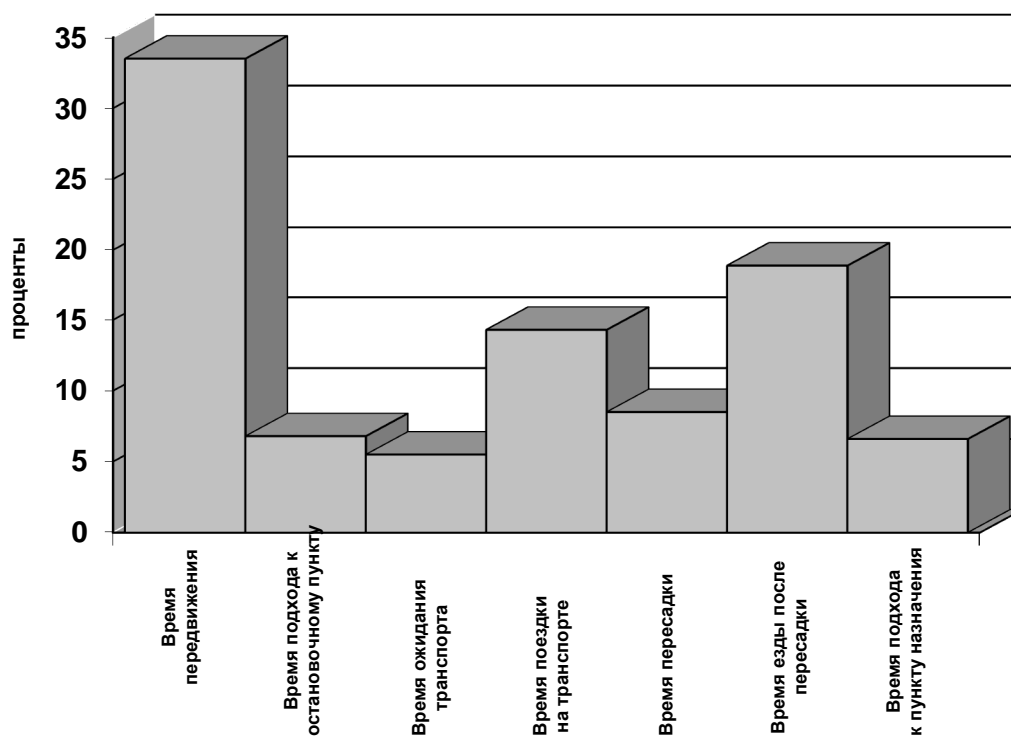


Рис. 5. Средние затраты времени на передвижение, %

Проанализировав время передвижения льготников Октябрьского района г. Иркутска, было установлено, что среднее время передвижения – 33,5 мин. Время подхода к остановочному пункту составляет 6,8 мин., следовательно, остановочные пункты расположены приемлемо от жилого массива, Ожидание подходящего транспорта значительно увеличивает суммарное время поездки и составляет – 5,5 мин., время поездки – 14,3 мин. «транспортная усталость» не наступает, время пересадки – 8,5 мин., время езды после пересадки – 18,9 мин., время подхода к пункту назначения – 6,6 мин.

Таким образом, в результате обследований выявлено, что транспортная подвижность опрошенных респондентов Октябрьского р-на г. Иркутска в зависимости от категорий льгот имеет значительные отличия. Транспортная подвижность населения является одной из важнейших характеристик, знание которой позволяет обоснованно оценивать и рассчитывать потребность в транспортных средствах, обеспеченность населения услугами общественного транспорта, а также осуществлять мероприятия по улучшению транспортного обслуживания населения. Транспортная подвижность населения определяется действием различного рода политических, экономических, социальных, демографических, географических, региональных и других факторов. Важную роль в процессе выбора пассажиром предпочтительного вида транспорта играют так называемые внутренние факторы: доступность, регулярность, безопасность, техническое развитие подвижного состава и инфраструктуры [2].

Библиографический список

1. Тарханова Н.В. «Анализ факторов влияющих на транспортную подвижность льготных категорий населения». Вестник ВАК - ИрГТУ, 2011г.
2. Постановление Правительства РФ от 5 декабря 2001 г. №848 «О федеральной целевой программе «Развитие транспортной системы России (2010-2015 годы)»

РАЗВИТИЕ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА В ИРКУТСКЕ И ЕГО ПРИГОРОДАХ

И.А. Гусевская, студентка гр. ОАП-08-2, e-mail: irishkin91@yandex.ru, Е.С. Преловская студентка гр. ОАП-08-2, e-mail: casandra2410@mail.ru, Левашев А.Г., доцент кафедры МиЛТ, тел./факс: (3952)-40-50-84, e-mail: transport@istu.edu,

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет

Рассмотрены проблемы Иркутска в области организации дорожного движения и обслуживания населения общественным транспортом. Перечисляются мероприятия, позволяющие соблюдать баланс между транспортным спросом и предложением. Рассмотрены инструменты управления транспортным спросом. Представлены результаты оценки качества обслуживания населения общественным транспортом в Иркутске. Перечисляются пути решения транспортных проблем Иркутска.

Ключевые слова: транспортный спрос, управление транспортным спросом, развитие общественного транспорта, развитие улично-дорожной сети Иркутска.

Постоянные маятниковые поездки жителей пригородов Иркутска сопряжены с формированием дополнительных транспортных нагрузок на улично-дорожную сеть (УДС) города.

В условиях высокого транспортного спроса любая УДС имеет свои пределы.

К числу мероприятий по соблюдению баланса между транспортным спросом и пропускной способностью УДС можно отнести:

- развитие УДС (правда, иногда требует много времени);
- организация дорожного движения с применением интеллектуальных транспортных систем (повышает эффективность УДС на 10 – 15%);
- управление транспортным спросом (политика многих стран, которые уже столкнулись с высоким уровнем автомобилизации).

К инструментам управления транспортным спросом относятся различные ограничения:

- введение платных дорог (но неприменимо к рассматриваемой территории, поскольку предполагает наличие альтернативных участков дорог);
- введение платы за стоянку или ограничений на паркирование по времени;
- управление доступом к участкам УДС или отдельным зонам, например к центру города.

Но любые ограничения по использованию индивидуального транспорта не принесут желаемого результата без развития возможностей альтернативных способов передвижения. Например, в Иркутске отсутствует инфраструктура для активного использования велосипедов, а многие пешеходные коммуникации просто не привлекают пешеходов.

И, конечно, если говорить о поездках на транспорте, и, если городская транспортная политика нацелена на большее использование общественного транспорта населением города и пригородов, то он должен отвечать таким показателям, как доступность, надежность, комфорт, высокая скорость сообщения.

В соответствии с российскими нормами в Иркутске 90% населения при поездках на работу должны укладываться в норматив 38 минут.

За последние годы было выполнено несколько научно-исследовательских и проектных работ в области развития общественного транспорта в Иркутске [1-3]. Например,

по результатам исследований нашего университета в 2006 г. было установлено, что в этот норматив укладываются лишь 55%.

На рис. 1 показано, какие конкретно районы плохо обслуживаются общественным транспортом.

Качество транспортного обслуживания



Рис.1. Показатели качества транспортного обслуживания населения Иркутска

Показатели доступности также оставляют желать лучшего. Например, время подхода к остановке (5,4 минуты) говорит о неразвитой маршрутной сети общественного транспорта. Время ожидания (5,7 минуты) – об отсутствии стабильного расписания и стабильной регулярности движения на маршрутах. Время пересадки (8,3 минуты) – об отсутствии пересадочных комплексов.

Для улучшения этих показателей в Иркутске потребуется введение приоритета общественного транспорта, например:

- выделенные полосы для общественного транспорта
- адаптивное светофорное регулирование, позволяющее обеспечивать активный приоритет общественному транспорту.

Иркутску не хватает более эффективного дизайна перекрестков (рис. 2).



Рис. 2. Пример эффективного дизайна регулируемого пересечения (Германия, г. Бохум)

Для повышения качества обслуживания населения Иркутска общественным транспортом потребуются крупные пересадочные пункты и согласованное расписание общественного транспорта для снижения затрат времени на пересадку.

Для полноценного существования агломерации Иркутска и его пригородов потребуется введение скоростного рельсового транспорта.

Строительство отдельной железной дороги в Иркутской агломерации было бы нецелесообразно ввиду недостаточных пассажиропотоков и значительной протяженности. Поэтому Иркутску вполне может подойти система скоростного трамвая *Tram-Train*, объединяющая городской трамвай и существующую железную дорогу (рис. 3).

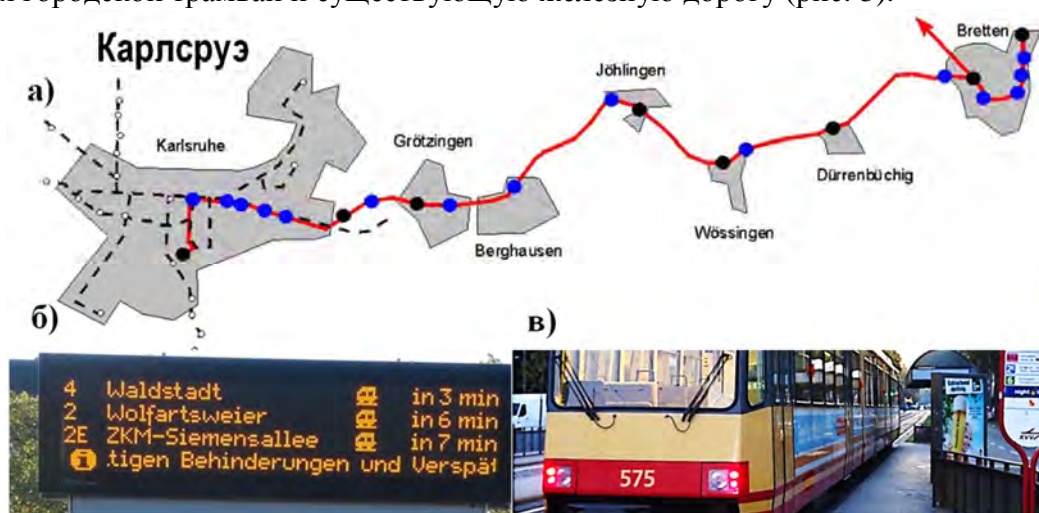


Рис. 3. Пример системы скоростного трамвая (Германия, г. Карлсруэ и его агломерация): а) – карта агломерации г. Карлсруэ и его пригородов, обслуживаемых системой скоростного трамвая; б) – пример электронного табло с информацией о времени ожидания трамвая; в) – пример трамвая на остановочном пункте

В этом случае для обеспечения лучшей доступности общественного транспорта пригороды Иркутска выгодно развивать вдоль этой системы скоростного трамвая.

Также повысить качество транспортного обслуживания агломерации и пригородов позволят системы перехватывающих стоянок, что обеспечит лучшую доступность общественного транспорта.

И, конечно, трудно представить эффективную работу общественного транспорта без правильно разработанной тарифной системы, позволяющей использовать один билет для поездок с пересадками или с использованием системы Park and Ride (перехватывающие стоянки). Для этого администрациям муниципалитетов, предстоит договориться друг с другом, как управлять таким хозяйством.

Библиографический список:

1. Зедгенизов А.В., Левашев А.Г. Остановочные пункты городского пассажирского транспорта // LAP LAMBERT Academic Publishing. Саарбрюккен, Германия, 2011. – 108 с.

2. Левашев А.Г. Об опыте организации дорожного движения в районе крупных торговых центров // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах: Сборник докладов девятой меж-дународной научно-практической конференции / СПб гос. архит.-строит. ун-т. СПб., 2010. – С. 178 – 182

3. Левашев А.Г., Саакян А.Н. К вопросу об исследованиях характеристик паркирования // Совершенствование организации дорожного движения и перевозок пассажиров и грузов: Сборник научных статей международной научно-практической конференции / НИЦ ДД, Беларусь, Минск, 2010. – С. 28 - 33

РАЗВИТИЕ УДС ИРКУТСКА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

В. В. Гребенников, студент гр. гр. ОБД-07-1, e-mail: panda90@mail.ru, В.С. Сигаева, студентка гр. ОБД-07-1, e-mail: vi5@mail.ru, А.Г. Левашев к.т.н.

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет

Рассмотрены проблемы Иркутска в области развития улично-дорожной сети. Представлены примеры влияния транспортных заторов на экологическую составляющую. Представлены результаты экспериментальных исследований по оценке условия движения на участке улично-дорожной сети Иркутска. Рассмотрены примеры оценки загруженности улично-дорожной сети Иркутска.

Ключевые слова: улично-дорожная сеть, транспортные заторы, экологический ущерб от транспортных заторов, развитие улично-дорожной сети Иркутска.

При обсуждении экологических проблем, а также проблем качества условий проживания в городе и его пригородах одну из наиболее важных ролей играет транспорт. В последние годы был выполнен ряд исследований в этой области [1-3].

Один из аспектов, который достаточно упомянуть – это выхлопные (отработавшие) газы, которые в городах составляют до 70% всех вредных выбросов. Это объясняется высоким транспортным спросом на движение в черте города, часть которого составляют поездки жителей пригородов.

Еще одной проблемой, связанной с повышенным спросом на движение являются транспортные заторы, которые не только снижают показатели качества транспортного обслуживания населения, но и несут дополнительную экологическую нагрузку. При низких скоростях движения, характерных состоянию затора, выбросы в атмосферу увеличиваются (рис. 1).

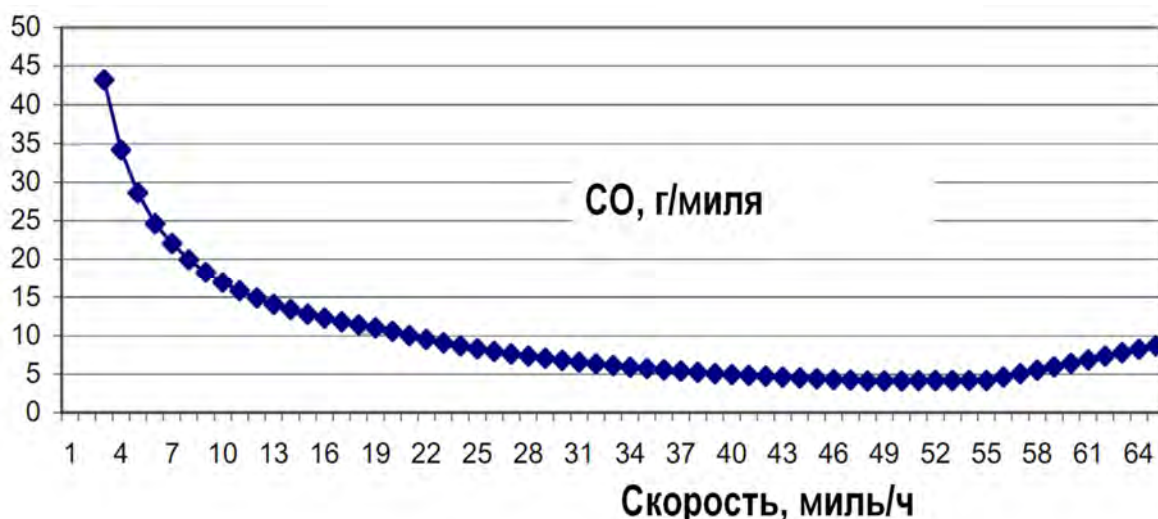


Рис. 1. Зависимость выбросов CO от скорости движения транспорта

На рис. 2 представлен пример результатов исследований, которыми занимается Транспортная лаборатория ИрГТУ, по оценке условий движения в Иркутске в различные часы суток. Здесь видно, как в условиях заторов падает скорость движения, и что является причиной.

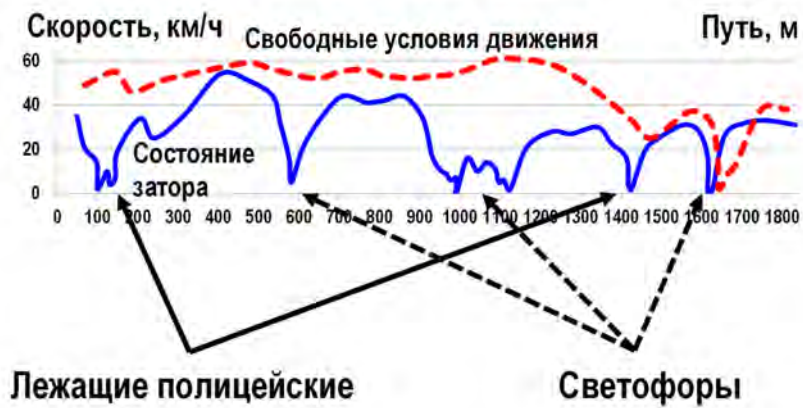


Рис. 2. результаты оценки влияния технических средств регулирования на скорость движения транспорта на участке улично-дорожной сети в Иркутске при различных условия загрузки рассматриваемого участка УДС

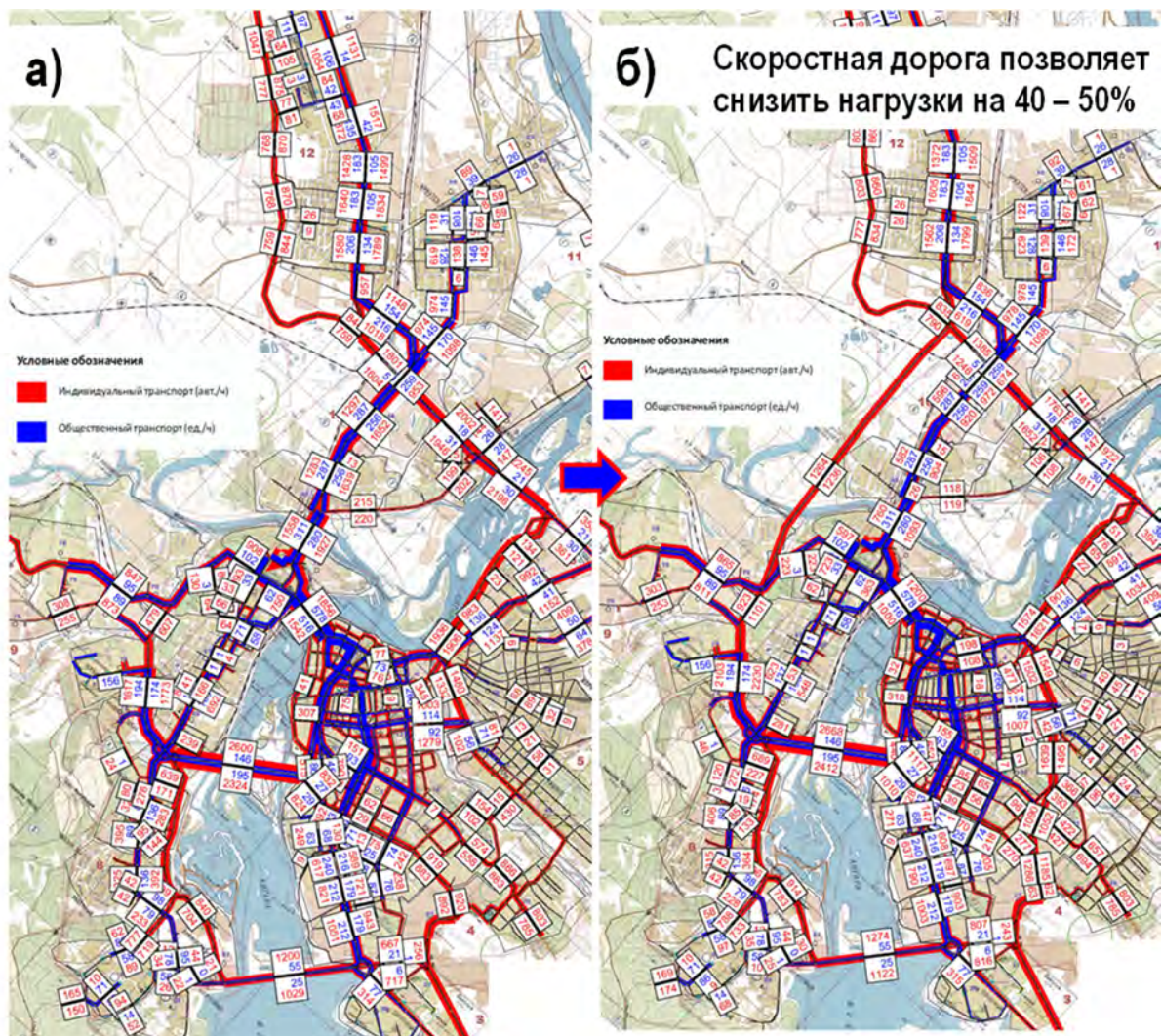


Рис. 3. результаты оценки распределения транспортных потоков в Иркутске (авт./ч): а) – без кольцевой скоростной дороги; б) – с кольцевой скоростной дорогой

В результате на конкретном участке при снижении скорости в условиях затора объемы вредных выбросов увеличиваются примерно на 50% (рис. 3).

Еще одним из участков образования заторов в Иркутске являются левобережные подходы к новому мосту через р. Ангара, который рассчитывался на интенсивность движения до 3500 авт./ч в каждую сторону. При этом не было учтено ни одно из решений возможного развития УДС в зоне подходов к мосту. Уже в 2002 г. было установлено, что их пропускная способность не соответствует прогнозируемому транспортному спросу.

В последние годы в Иркутске для развития УДС вместе с новым мостом была построена объездная дорога, которая по предположениям должна была принять значительную долю транзита.

Но еще до ее ввода в эксплуатацию исследования (нашего университета) показали, что сам транзит не превышает 5% от интенсивности наиболее загруженных городских участков на пути его следования. Очевидно, что с учетом ежегодного прироста интенсивности движения эта разница быстро компенсируется.

Проблема в том, что, например, этот участок в первую очередь подвержен ежедневным переменным нагрузкам, связанным с маятниковыми передвижениями населения. А это объясняется большой концентрацией мест приложения труда и объектов массового тяготения в центральной части города. В результате, межрайонные транзитные потоки, в центре Иркутска составляют более 60%.

Транзитные потоки в центре города объясняются неразвитой УДС и ее низкой плотностью, даже по сравнению с запланированными показателями.

Одним из отсутствующих элементов УДС Иркутска является скоростная кольцевая дорога в черте города.

Прогноз распределения транспортных потоков в Иркутске показал, что скоростная кольцевая дорога позволяет снизить транспортные нагрузки, например, по ул. Тракторная и ул. Боткина на 40 – 50%.

Для того, чтобы улучшить экологическую обстановку и обеспечить высокий уровень транспортного обслуживания как жителей города, так и его пригородов необходимо в первую очередь получить представление о транспортном спросе и на этой основе формировать транспортную политику города, включая развитие УДС и управление транспортным спросом.

Библиографический список

1. Левашев А.Г. Об опыте организации дорожного движения в районе крупных торговых центров // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах: Сборник докладов девятой меж-дународной научно-практической конференции / СПб гос. архит.-строит. ун-т. СПб., 2010. – С. 178 – 182

2. Левашев А.Г., Саакян А.Н. К вопросу об исследованиях характеристик паркирования // Совершенствование организации дорожного движения и перевозок пассажиров и грузов: Сборник научных статей международной научно-практической конференции / НИЦ ДД, Беларусь, Минск, 2010. – С. 28 – 33

3. Левашев А.Г., Тебеньков С.Е. Особенности современных детекторов автомобильного транспорта // Вестник ИрГТУ. Иркутск – 2011. – №6. – С. 72 – 78

КАЧЕСТВО ОБСЛУЖИВАНИЯ НА ГОРОДСКОМ ПАССАЖИРСКОМ ТРАНСПОРТЕ

Д.В. Амосова – студентка, М.С. Емельянова -студентка, Ю.В. Петрова - студентка, М.И. Шаров Максим Игоревич, доцент кафедры МиЛТ, e-mail: sharov.maksim@gmail.com.

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет

В статье приводятся основные подходы к оценке качества обслуживания на городском пассажирском транспорте

Ключевые слова: качество обслуживания, перевозки пассажиров

Одним из важнейших структурных элементов современного крупного города, без которого невозможно его нормальное существование, является транспортная система. Функционирование городского пассажирского транспорта в таких городах во многом определяет удобство жизни городского населения. Среди широкого круга вопросов, обусловленных развитием и функционированием городов, транспортные задачи занимают достаточно важное место. Качественное выполнение городским пассажирским транспортом своей задачи является необходимым условием для воспроизводства рабочей силы, влияет на рост производительности общественного труда, способствует росту культурного уровня населения. Наряду с традиционными факторами, обуславливающими и характеризующими развитие транспорта в крупных городах, такими как рост численности городского населения и потребности в пассажирских перевозках, увеличение городской территории и требование постоянного увеличения скорости сообщения и комфортабельности поездок, в последнее время добавились новые важные обстоятельства. Транспортная система общественного и индивидуального пользования является сегодня одним из основных источников шума и загрязнения вредными веществами экологической среды обитания человека, исключительно капиталоемкой отраслью экономики, в которой вовлечено большое количество людских ресурсов, одним из основных потребителей дефицитных невозпроизводимых традиционных энергетических ресурсов. В таких условиях проблема сбалансированного и наиболее эффективного использования и развития системы общественного транспорта приобретает исключительную актуальность, а ее решение требует применения самых современных подходов и методов. Представляется очевидным, что важное место в решении этой проблемы должно занять изучение зарубежного опыта.

Общественный транспорт является одним из важнейших элементов в области предоставления транспортных услуг. Привлекательный общественный транспорт является важным условием с точки зрения выбора потребителями услуг. Привлекательность для пассажиров характеризуется такими параметрами, как скорость, регулярность (наличие расписания), комфорт и цена. Также немаловажными условиями являются безопасность поездок и перечень информации получаемых о маршрутах движения.

Требование максимального повышения комфортности поездок, с одной стороны, и наиболее эффективного использования транспортной системы, с другой, приводит к необходимости измерения и оценки отдельных характеристик комфортности поездок в условиях системы общественного транспорта. Сложность этой задачи, помимо несоизмеримости в абсолютных единицах таких, например, факторов, как шум, вибрация, освещенность и температура в салоне, усугубляется еще и неодинаковым отношением пассажиров к одним и тем же факторам. С другой стороны, совершенно необходимо оценить те границы дискомфорта поездки, за которыми пассажир попросту откажется от поездки.

Наиболее значимыми компонентами при оценке качества предоставляемых услуг могут выступать следующие:

- среда (чистота салона транспортного средства, оборудование его аудио- и видеотехникой при междугородных перевозках, внешний вид транспортных средств и обслуживающего персонала и т. д.);
- надежность (отсутствие срывов и опозданий рейсов, исполнение "точно в срок");
- ответственность (гарантии исполнения услуг, желание персонала помочь потребителю услуг);
- законченность (наличие необходимых навыков, конкретных знаний и компетентность персонала);
- доступность (легкость установления контактов, удобств по времени пользования);
- комфортность (та обстановка и условия, в которых осуществляется поездка с точки зрения удобства);
- безопасность (отсутствие риска и недоверия со стороны пассажиров);
- вежливость (любезность, корректность персонала);
- коммуникабельность (способность персонала общаться с пассажирами в доступном и понятном им стиле);
- взаимопонимание (знание и изучение интересов пассажиров, учет их требований при формировании работы транспорта) [2].

Когда потребитель услуг оценивает качество их, он сравнивает фактические величины параметров качества с ожидаемыми, и если они совпадают или оказываются близкими, то качество считается им удовлетворительным или приемлемым.

Одним из важных вопросов транспортного обслуживания является цена, как ожидаемая компенсация за общий пакет услуг, которую предлагают потребителю. Определить цену на услуги гораздо труднее, чем на саму транспортировку, так как во многом цена услуг зависит от восприятия пассажиром всей системы обслуживания. Выбор оптимального уровня обслуживания пассажиров определяется динамикой величины затрат. Выявлено, что, начиная с 70 % и выше, затраты на обслуживание растут экспоненциально в зависимости от уровня обслуживания, а при уровне обслуживания 90 % и выше сервис становится невыгодным.

Сервис оценивают показателем "уровень обслуживания" $Y_{об}$, который определяется выражением:

$$Y_{об} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{\sum_{i=1}^N t_i}, \quad (1.1)$$

где n - фактическое количество оказанных услуг;

N - количество услуг, которое теоретически может быть оказано;

t_i - время на выполнение i -й услуги.

Уровень удовлетворения потребностей пассажиров в транспортном обслуживании характеризуется системой показателей качества перевозок, главными из которых являются: наполнение подвижного состава; регулярность движения транспортных средств; время, затрачиваемое пассажиром на передвижение; возможность прямой, беспересадочной поездки; безопасность движения; информирование пассажира (объявление остановочных пунктов, вывешивание схемы маршрута, наличие информационных расписаний на остановочных пунктах) и др[3].

Базой для измерения качества транспортного обслуживания служит система установленных нормативов. С точки зрения пассажира качество обслуживания (особенно в городах и населенных пунктах) во многом определяется общими затратами времени на поездку.

Действующий в настоящее время СНиП 2.07.01-89*. «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» нормирует затраты времени в городах на передвижение от мест проживания до мест работы [5]. В соответствии с его требованиями для 90 % трудящихся затраты времени на передвижение к месту работы не должны превышать показатели приведенные ниже.

Численность населения, тыс.чел	Затраты времени (в один конец), мин
2000	45
1000	40
500	37
250	35
100 и менее	30

Для промежуточных значений расчетной численности населения городов указанные нормы затрат времени следует интерполировать. Кроме того в СНиП указывается, что для:

- ежедневно приезжающих на работу в город-центр из других поселений указанные нормы затрат времени допускается увеличивать, но не более чем в два раза.
- жителей сельских поселений затраты времени на трудовые передвижения (пешеходные или с использованием транспорта) в пределах сельскохозяйственного предприятия, как правило, не должны превышать 30 мин.

В особую группу выделены города с численностью населения свыше 2 млн. чел. Максимально допустимые затраты времени в них должны определяться по специальным обоснованиям с учетом фактического расселения, размещения мест приложения труда и уровня развития транспортных систем.

Согласно СНиП 2.07.01-89* доступность остановочных пунктов общественного транспорта должна не превышать 5 мин [5].

Реальные наблюдаемые показатели доступности значительно ниже, предписываемых градостроительными нормами, что можно проследить на примере Иркутска (табл. 1).

Таблица 1

Средние затраты времени на передвижения. Данные обследования подвижности населения г. Иркутск 2006 г.

Цель передвижения	Время передвижения	Время подхода к остановочному пункту	Время ожидания	Время поездки	Время пересадки	Время подхода к пункту назначения
по всем целям	37,1	5,2	6,2	19,6	9,2	4,9
по трудовым целям	36,1	5,4	5,7	19,4	8,3	4,5
по культурно-бытовым	36,1	4,6	5,1	17,8	9,5	4,5

Примечание: при численности населения Иркутска 600 тыс.чел. в соответствии со СНиП затраты времени на передвижение от мест проживания до мест работы для 90 % трудящихся (в один конец) не должны превышать 38 мин

Описанный выше подход к оценки качества обслуживания был разработан еще в советское время и в данный момент не обеспечивает должного уровня обслуживания пассажиров. Высокий уровень конкуренции между общественным и индивидуальным

транспортом, когда выбор потребителей все чаще падает на личные транспортные средства, заставляет задуматься о пересмотре оценки качества обслуживания на общественном транспорте.

В России до сих пор отсутствует оценочная шкала, позволяющая определять степень доступности транспортных услуг для населения, поэтому необходимо как на научном уровне, так и на законодательном разрабатывать шкалы доступности по различным показателям, которые позволят судить о степени развитости транспортных услуг и качестве обслуживания населения

Пример оценки доступности за рубежом на основе специальной методики приведенной в таблице 2 показан на рисунке 1.

Таблица 2

Методика выбора уровня доступности транспортных услуг

Передвижения на работу	Способ передвижения	Передвижение к остановочному пункту	Доступность			
			Высокая High	Средняя medium	Низкая low	Плохой Poor
Передвижения на работу	пешком	нет	800 м	От 800 – 1000 м	1000 – 1200 м	1200 – 1600 м
		До 300 м	Поездка до 20 мин	Поездка от 20 – 30 мин	Поездка от 30 – 50 мин	Поездка более 50 мин
	300 – 400 м	нет	Поездка до 20 мин	Поездка от 20 – 30 мин	Поездка от 30 – 50 мин	
	400 – 800 м	нет	нет	Поездка до 20 мин	Поездка от 20 – 30 мин	
	800 – 1000 м	нет	нет	нет	Поездка до 20 мин	
Общественный транспорт	Общественный транспорт	До 300 м	Поездка до 20 мин	Поездка от 20 – 30 мин	Поездка от 30 – 50 мин	Поездка более 50 мин
		300 – 400 м	нет	Поездка до 20 мин	Поездка от 20 – 30 мин	Поездка от 30 – 50 мин
		400 – 800 м	нет	нет	Поездка до 20 мин	Поездка от 20 – 30 мин
		800 – 1000 м	нет	нет	нет	Поездка до 20 мин

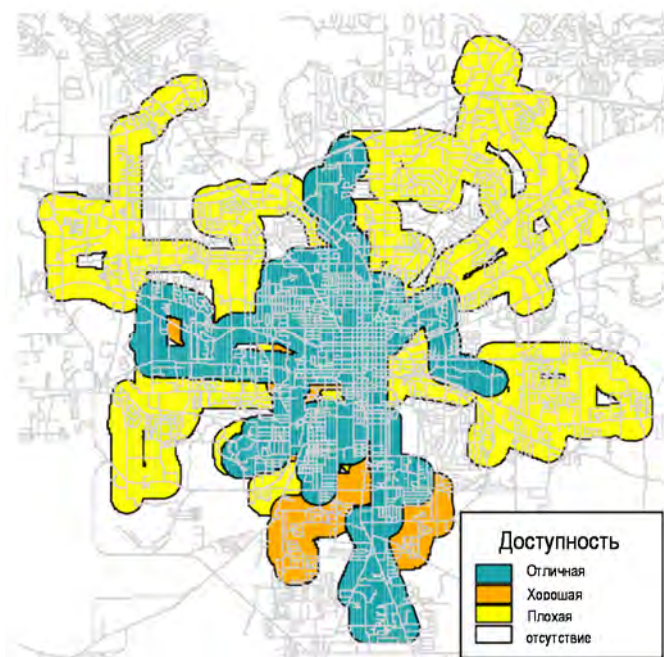


Рис. 1. Пример оценки доступности транспортной сети города

Так же для оценки качества обслуживания в зарубежной практике градостроительного проектирования на повсеместной основе используют данные получаемые в процессе работы общественного транспорта от спутникового навигационного оборудования GPS.

На основании этого можно сделать вывод о необходимости пересмотра подходов к оценки уровня обслуживания на городском пассажирском транспорте в России.

Библиографический список

1. Блатнов М.Д. Пассажирские автомобильные перевозки: Учебник для автотранспортных техникумов. / М.Д. Блатнов. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Транспорт, 1981. – 222 с
2. Гудков В.А. Пассажирские автомобильные перевозки : учебник для вузов / В.А. Гудков [и др.]; под ред. В.А. Гудкова – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 448 с
3. Ефремов И.С. Теория городских пассажирских перевозок: Учеб. пособие для вузов / И.С. Ефремов, В.М. Кобозев, В.А. Юдин. – М.:Высш. Школа, 1980. – 535 с
4. Спирин И.В. – Организация и управление пассажирскими перевозками: Учебник для студ. Учреждений сред. проф. образования / И.В. Спирин. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 400 с.
5. СНиП 2.07.01 – 89. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. / Госстрой СССР. – М.: ЦНТИ Госстроя СССР, 1989. – 56 с.
6. Highway Capacity Manual 2000. – Transportation Research Board, National Research Council. – Washington, D.C., USA, 2000, – 1134 p
7. Шаров М.И., Михайлов А.Ю. А.В., Головных И.М. Оценка транспортного спроса // LAP LAMBERT Academic Publishing. Саарбрюккен, Германия, 2011. – 120 с.

ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПАРКИРОВАНИЯ

А.Ю. Туктаров, студент гр. гр. ОБД-07-2, e-mail: rock-men.90@mail.ru , С.Е. Тебеньков, аспирант кафедры Менеджмента и логистики на транспорте, e-mail: tebrur@gmail.com, А.Г. Левашев - доцент

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет

Рассмотрены проблемы транспортного планирования в условиях высокого уровня автомобилизации. Перечисляются виды исследований, необходимые для учета особенностей режимов работы стоянок крупных объектов. Предлагается метод оценки продолжительности паркирования на основе данных о въезжающих и выезжающих автомобилях. Представлены результаты тестирования предлагаемого метода.

Ключевые слова: генерация посещений, характеристики паркирования, оценка продолжительности паркирования.

Одной из наиболее актуальных проблем, связанных с постоянным ростом уровня автомобилизации является вопрос хранения транспортных средств на уличных и внеуличных стоянках при различных объектах тяготения.

Для того чтобы можно было учитывать такие объекты в задачах транспортного планирования и организации дорожного движения возникает необходимость исследования таких объектов, изучения генерации посещений к таким объектам и режимов работы стоянок при них.

Проведение таких исследований требует непрерывного наблюдения за объектами в течение всего дня, включая утренний и вечерний пиковые периоды.

Это связано с большими трудозатратами и высокими требованиями к качеству собираемой информации.

В дальнейшем эта информация может быть обработана на программном уровне и поэтому здесь требуется высокая точность записи данные при обследовании, а также при внесении результатов наблюдений в электронную таблицу.

Часто этого не удается добиться и ошибка после автоматической обработки данных составляет до 50% от общего количества записанных в ходе наблюдения номеров автомобилей.

В случае успешной обработки данных можно получить информацию о том, сколько автомобилей приезжает в каждый из часов дня и в какие часы они уезжают.

Информацию о том, сколько автомобилей приезжает и когда они уезжают, можно представить в виде матрицы, у которой диагональ и значения выше диагонали – это количество прибывающих (строка) и убывающих(столбец) посетителей. Все что ниже диагонали равно нулю, поскольку течение времени имеет одну направленность (т.е. те, кто прибыли в 10:00, не могут уехать в 9:00)

В настоящее время существуют методы восстановления подобных матриц корреспонденций математическими методами для транспортных коридоров, используя лишь замеры интенсивностей движения на отдельных участках улично-дорожной сети [1-4].

В связи с этим была сформулирована цель нашего исследования – определить распределения продолжительности паркирования, используя лишь суммарные значения въехавших и выехавших автомобилей, зафиксированных за каждый час (рис. 1).

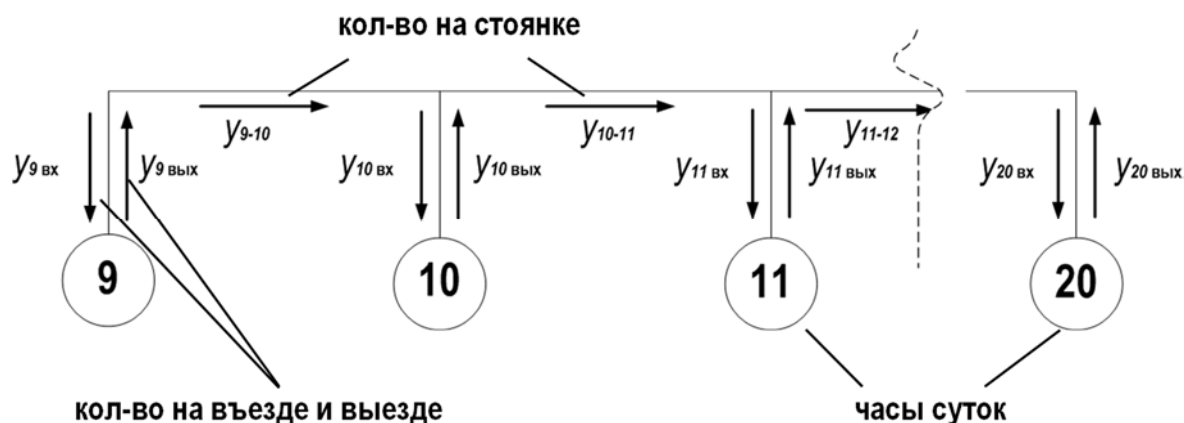


Рис. 1. Представление временной шкалы в виде коридора

Для достижения поставленной цели использовался уже изученный для транспортных коридоров математический аппарат, основанный на линейном программировании и оптимизации с помощью встроенных инструментов среды Matlab.

При этом, учитывая, что продолжительность парковки распределяется неравномерно, и при этом заранее это распределение нам неизвестно, было принято решение рассмотреть три случая – когда время между часом въезда и часов выезда не имеет значения, когда вероятность отправления через определенный интервал времени распределяется по обратной и по обратно-квадратично зависимости.

Результаты оценки сравнивались с реальными значениями, полученными по обследованиям, выполненным на р. Южный в Иркутске (рис. 2).

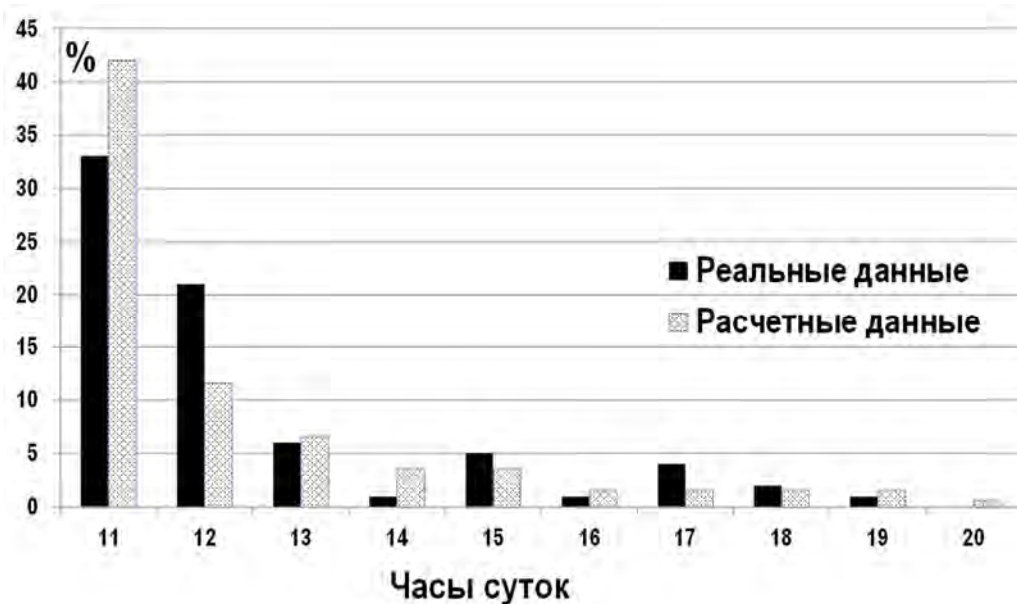


Рис. 2. Вероятность распределения убывающих посетителей, прибывших с 11:00 до 12:00 на стоянке р. Южный

При этом рассматривалось разделение интервалов времени на 60 и 30 минут. Оценка точности полученных результатов RMSE (посмотри, что это такое в интернете) показала, что разделение временных интервалов на 60-минутные – дает лучший результат (рис. 3).

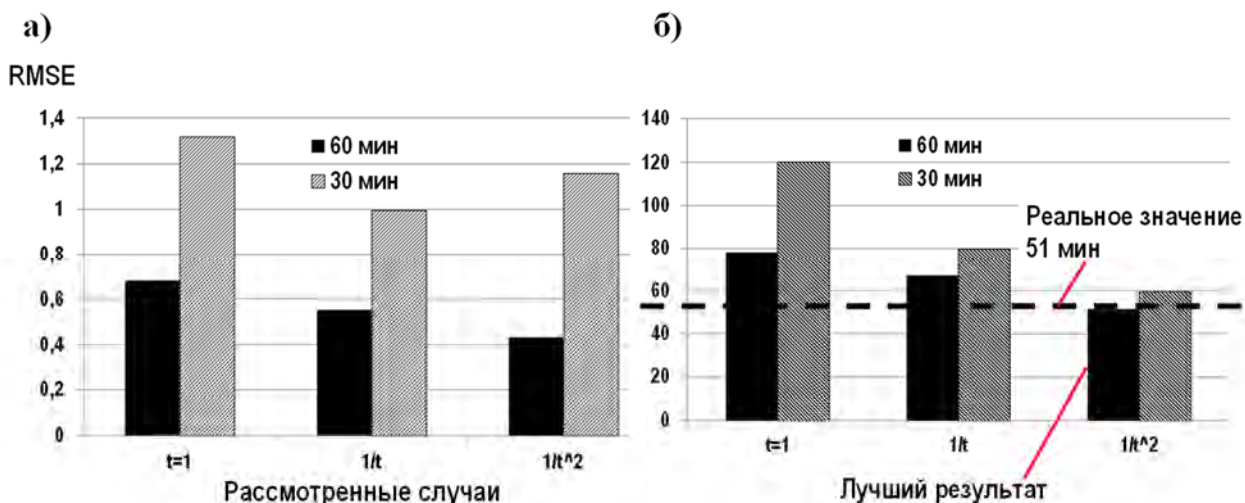


Рис. 3. Результаты оценки распределения продолжительности парковки с применением предлагаемого метода: а) – сравнение рассмотренных случаев по показателю RMSE; б) – сравнение рассмотренных случаев по точности оценки средней продолжительности парковки в сравнении с реальным значением

Во всех случаях оказалось, что использование обратно-квадратичной зависимости временного интервала между часом въезда на стоянку и часов выезда с нее показало наилучший результат, который совпал с реальным значением.

Предложенный метод оценки распределения продолжительности парковки позволил сократить затраты времени на обследование в случае с р. Южный на 60%, при этом значительно снижается вероятность ошибок ручного ввода данных.

Вместе с тем, считаем, что для полноценного использования этого метода необходимо дополнительные исследования по данным других стоянок.

Библиографический список

1. Демиденко Е.З. Линейная и нелинейная регрессия. – М.: Финансы и статистика, 1981. – 302 с.
2. Лагереv Р.Ю. Оценка матриц корреспонденций транспортных потоков по данным интенсивности движения. Дис...канд. техн. Наук. – Волгоград, 2007. – 188 с.
3. Левашев А.Г., Тебеньков С.Е. Результаты оценки распределения транспортных потоков в транспортных коридорах // Вестник ИрГТУ. Иркутск – 2011. – №10. – С. 120 – 127.
4. Михайлов А.Ю., Головных И.М. Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей городов. – Новосибирск: Наука, 2004. - 267 с.

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛИТЕБНОЙ ТЕРРИТОРИИ МИКРОРАЙОНА «НОВО-ЛЕНИНО»

И.А. Прокопьев, студент, e-mail: sir.prokopjev2011@yandex.ru, **А.Г. Рубцов**, студент, e-mail: r_u_b_i@mail.ru, **А.В. Зедгенизов** доцент кафедры Менеджмента и логистики на транспорте», тел./факс: (3952)-40-53-53, e-mail: azedgen@gmail.com,
Михайлов А.Ю. – д.т.н.

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет

Рассмотрен режим функционирования микрорайона «Ново-Ленино». Предложена методика получения исходных данных по структуре и числу зданий и типов использования территории. Получена структура застройки рассматриваемого района. Выявлены отклонения от основных градостроительных нормативов. Предложены перспективы дальнейшего развития исследований в рассматриваемом районе.

Ключевые слова: генерация поездок, емкость расчетного транспортного района, паркирование.

Улично-дорожная сеть (УДС) является дорогим и трудноизменяемым элементом городской инфраструктуры, её проектирование относят к числу наиболее сложных вопросов теории транспортной планировки городов. Обоснование любых градостроительных решений, связанных с изменением УДС, включает детальный анализ существующего состояния сети. Поэтому оценка состояния УДС предшествует многим видам градостроительного проектирования, разработкам градостроительных регламентов и зонированию городских территорий, является обязательным элементом комплексных схем организации движения (КСОД), проектов реконструкции УДС и организации дорожного движения (ОДД).

Продолжительный опыт исследовательских и проектных работ позволяет утверждать, что критерии и методы оценки УДС остается одним из самых важных вопросов теории и практики градостроительного проектирования и требуют дальнейшего развития. Развитие УДС на всех её этапах основывается на перспективных интенсивностях движения, которые могут быть оценены исходя из привлекательности какой-либо территории. Привлекательность же, в свою очередь, основывается на типе использовании территории, одновременно с этим определяется и суточный «пик». Следовательно, исходя из доводов приведенных выше, можно утверждать, что оценка режимов функционирования улично-дорожной сети районов «Ново-Ленино» г.Иркутска представляет научный и практический интерес.

Анализ использования селитебной территории микрорайона «Ново-Ленино» прежде всего, обязывает исследователя запастись исходной статистической информацией о номенклатуре расположенных в микрорайоне объектов их численности и структуре. Такая статистическая информация может быть извлечена из современных геологических информационных систем (2GIS, Google Earth и др.), являющихся достаточно точными для сравнительного анализа (рис 1). Такой подход был использован и в других работах Зедгенизова А.В., направленных на выявление числа припаркованных транспортных средств возле жилых домов [2], оценке уровня загрузки жилого массива в течении суток [3].

В рассматриваемом районе большую часть строений занимают жилые зоны 44%, на втором месте по численности строений 18% - розничная торговля, замыкает тройку порты и транспортные терминалы 17% (рис. 2). В жилом районе «Ново-Ленино» расположен крупнейший транспортный терминал в Иркутске «Иркутск-Сортировочный» и ст. Батарейная. Оставшиеся здания и сооружения приходятся на службы сервиса 9% и др.

Примечательно отметить, что на здания, относящиеся к здравоохранению приходится только 1%, однако при рассмотрении структуры застройки по суммарной площади (рис. 3), можно заметить изменение соотношения это свидетельствует о наличии крупных медицинских центров находящихся в одном здании. Одновременно с этим, суммарная площадь розничной торговли в структуре занимает только 3%, что свидетельствует о достаточно большом количестве мелких торговых точек.



Рис. 1. Пример использования программы 2GIS а) расположение района в городской черте; б) замер расстояния между въездами в район в) зона доступности 500 м. детского дошкольного учреждения г) зона доступности 500 м. учреждений здравоохранения.

Фактическое значение площади рассматриваемого района «Ново-Ленино» равно 16190000 м^2 , 1619 Га. (рис. 1а). Среднее расстояние между въездами на территорию составляет 554 м. (рис. 1б), что превышает нормативное значение. Расположение детских дошкольных учреждений в радиусе 450 м. (рис. 1в), охватывает всю территорию района. Помещения для физкультурно-оздоровительных занятий и физкультурно-спортивные центры жилых районов находятся в том же радиусе, что и дошкольные учреждения.

Поликлиники и их филиалы должны занимать 1000 м по нормативным значениям, а в рассматриваемом районе они расположены в радиусе 460 м, что является эффективным при такой большой численности жилых домов (рис. 1г). Аптек в этом районе достаточно, приблизительно на ¼ часть района приходится один аптечный пункт. Предприятия торговли, общественного питания и бытового обслуживания местного значения располагаются в, близи жилой застройки и занимает не большое расстояние и соответствует нормативному значению.

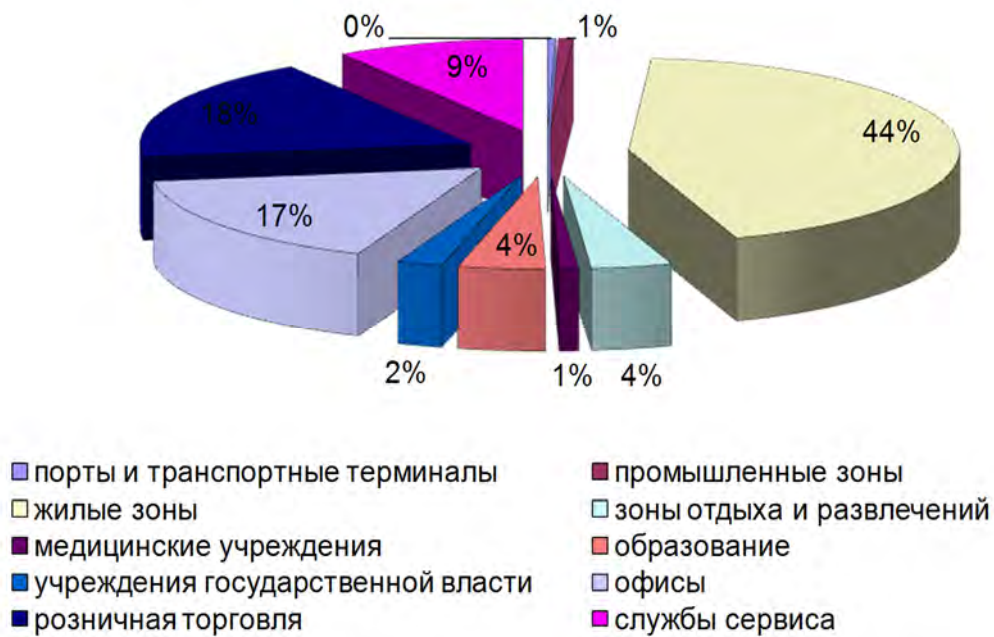
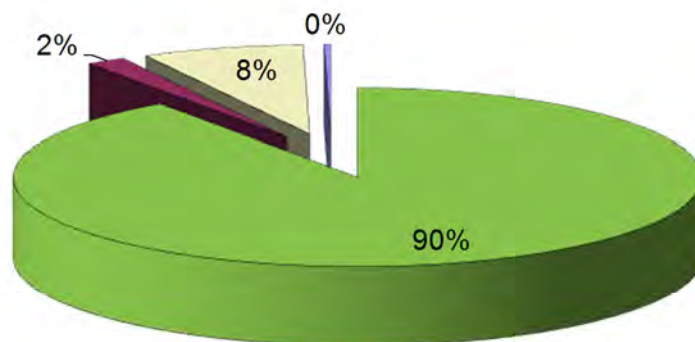


Рис. 2. Структура типов объектов по численности строений



Рис. 3. Структура типов объектов по суммарной площади строений



- Спальный микрорайон средней этажности (до 10 этажей)
- Спальный микрорайон средней этажности (более 10 этажей)
- Жилье низкоэтажной застройки 2-3 этажа
- Жилье с участком земли (частный сектор)

Рис. 3. Структура подтипов объектов "Жилая зона" по суммарной площади

Отделения связи и филиалы сберегательного банка находятся в радиусе 460 м, что способствует затрачивать минимальное время жителям для посещения этих организаций. Расстояние от края основной проезжей части магистральных дорог до линии жилой застройки, 70 м. Расстояние между пешеходными переходами на магистральных дорогах в одном уровне 470м, превышает норму, это влияет негативно на массовое передвижение населения района. Дальность пешеходных подходов до ближайшей остановки общественного пассажирского транспорта, 350-400м, данный показатель благоприятно влияет на передвижения населения до остановки общественного пассажирского транспорта. Плотность сети линий наземного общественного пассажирского транспорта равна 0,5-1 км/км², что способствует на меньшие затраты времени на подход к нужному остановочному пункту. В соответствии с СНиП 2.07.01-89* [3] сравниваются следующие важнейшие показатели функционирования территории (табл. 1).

Таблица 1

Показатели функционирования территории микрорайона «Ново-Ленино»

Наименование показателя	Нормативное значение [СНиП]	Фактическое значение	Примечание
Общая площадь, Га	10-60 микрорайон Жилой район 60-250	1619	П.2.6 (Соответствует площади нескольких жилых районов)
Размеры земельных участков, выделяемых около жилых домов на индивидуальный дом, м ² .	400-600	2009	Отношение общей площади к числу домов

Продолжение Таблицы 1			
Среднее расстояние между въездами на территорию, м	300	554	
Размеры земельных участков складов, м ² /чел	2	825573	
Радиус обслуживания, м:			
Детские дошкольные учреждения	300	450	
Помещения для физкультурно-оздоровительных занятий	500	-	
Физкультурно-спортивные центры жилых районов	1500	616	
Поликлиники и их филиалы	1000	460	
Аптеки	500	329	
Предприятия торговли, общественного питания и бытового обслуживания местного значения	500	381	
Отделения связи и филиалы сберегательного банка	500	460	

Сравнение полученных статистических данных с нормативными (СНиП 2.07.01-89*) позволяет сделать ряд выводов:

- по своей структуре строений и площади застройки рассматриваемая территория является жилым районом, преимущественно средней этажности застройки (90%);
- основные градостроительно-транспортные нормативы выполняются в полном объеме;
- следует отметить, что большим плюсом является то, что в жилом районе торговля товарами первой необходимости, а так же поликлиники находятся в радиусе доступности, предписываемой СНиП;

Дальнейшими исследованиями функционирования микрорайона «Ново-Ленино» может стать изучение передвижений населения микрорайона на индивидуальном и общественном транспорте. Такая информация позволит выявить пиковые периоды и рассчитать общий объем корреспонденций тяготеющих в рассматриваемый район в т.ч и на перспективу.

Библиографический список

1. Ефремов И. С. Теория городских пассажирских перевозок: учеб.пособие для вузов / И. С. Ефремов, В.М. Кобозев, В.А. Юдин. – М.: Высш. Школа, 1980. – 535 с.
2. Зедгенизов А.В. Зедгенизова А.Н. Особенности сбора исходных данных при оценке числа припаркованных автомобилей возле жилых объектов. Вестник ИрГТУ, 2011.- № 12 (48). – С. 105-108. г. Иркутск.
3. Зедгенизов А.В. Зедгенизова А.Н. Оценка генерации поездок к жилым районам средней этажности. Известия КазГАСУ, 2012.-№1. – С. 100-108 г. Казань.
4. СНиП 2.07.01-89*. Градостроительство планировка и застройка городских и сельских поселений.
5. Справочник проектировщика. Градостроительство. Под общ. Ред. В.Н. Белоусова. Изд. 2-е, перераб, и доп. М.,стройиздат, 1978, 367 с., с ил.
6. Trip Generation Handbook, 2nd Edition: An ITE Recommended Practice. Washington, DC: ITE, 2004.

СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ УСТРОЙСТВА ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА

А.С. Худченко - старший преподаватель, М.А. Шевцов - студент гр. СДМ-07-

2

Иркутский государственный технический университет

Рассмотрен вопрос о поверхностных обработках дорожного полотна, их свойствах, особенностях. Приведены применяемые дорожные машины и принципы их работы при обработке дорожного полотна.

Ключевые слова: поверхностная обработка, битум, автогудронатор, щебнераспределитель.

Строительство дорог – это, совсем не обязательно шум, грязь и неудобство для водителей. Ведь современная дорожная техника – это прежде всего, высочайшая эффективность выполнения работ, прекрасная маневренность машин, радующий глаз дизайн и применение новейших достижений науки и техники.

В настоящее время дорожная продукция находит всё более и более широкое применение на строительных площадках России. Дорожное строительство – одна из самых динамично развивающихся отраслей экономики России. Только за недавний период времени в стране проложены тысячи километров новых автострад, таких как Чита-Хабаровск, Москва-Воронеж-Ростов-на-Дону, Красноярск-Иркутск и др. Объёмы автоперевозок по дорогам России выросли более чем в два раза.

Существует два способа устройства поверхностных обработок:

- традиционный – с отдельным распределением материалов;
- способ с синхронным распределением вяжущего и щебня.

Для устройства поверхностной обработки традиционным способом, т.е. с отдельным распределением вяжущего и щебня, используют автогудронаторы и распределители щебня.

Традиционный способ

Работы по устройству одиночной поверхностной обработки традиционным способом с использованием битумов, дегтебитумов, битумо- и дегтеполимерных вяжущих производят в следующем порядке:

- подготовка поверхности (очистка от пыли и грязи) и ремонтные работы;
- розлив вяжущего;
- распределение щебня;
- укатка;
- уход в период формирования.

Работы по устройству двойной поверхностной обработки производят в такой последовательности:

- подготовка поверхности (очистка от пыли и грязи) и ремонтные работы;
- первый розлив вяжущего;

первая россыпь щебня;
укатка;
второй розлив вяжущего;
вторая россыпь щебня (между первой и второй россыпью щебня допускается перерыв не более 3–5 суток);
укатка;
уход в период формирования.



Рис. 1. Поверхностная обработка с синхронным распределением

Розлив вяжущего производят автогудронатором. Для равномерного розлива вяжущего необходимо обеспечить бесперебойность действия сопел, равномерность работы насоса и требуемую скорость перемещения гудронатора.

Распределение щебня производят самоходным щебнераспределителем, автомобилем-самосвалом с навесным приспособлением или другим механизмом, обеспечивающим быстрое и равномерное распределение щебня.

Выброшенный лишний щебень подбирается очистительными машинами-сборщиками, очистительными машинами и втягивающими машинами. Оснащенные различными щетками и всасывающими соплами, они оборудованы сборными емкостями для мелкозернистого материала, который они поднимают.

Основным отличием новой технологии устройства поверхностной обработки является синхронное, практически одновременное распределение вяжущего и россыпь щебня (рис. 1).

При устройстве поверхностной обработки традиционными методами разрыв во времени между распределением вяжущего и россыпью щебня лимитируется временем остывания горячего битума и может достигать 1 часа.

При синхронном распределении вяжущего и щебня разрыв между этими операциями не превышает 1 сек, что существенно сказывается на повышении качества поверхностной обработки, как при использовании в качестве вяжущего горячего битума, так и битумной эмульсии.

Повышение качества при использовании в роли вяжущего горячего битума объясняется тем, что за столь короткий промежуток времени битум не успевает остыть и сохраняет жидкую консистенцию и высокую клеящую способность. В результате битум

хорошо проникает в микропоры щебня и покрытия, обволакивает каждую щебенку и прочно приклеивает их к покрытию и одну к другой.

Автогудронаторы различают и выбирают по:

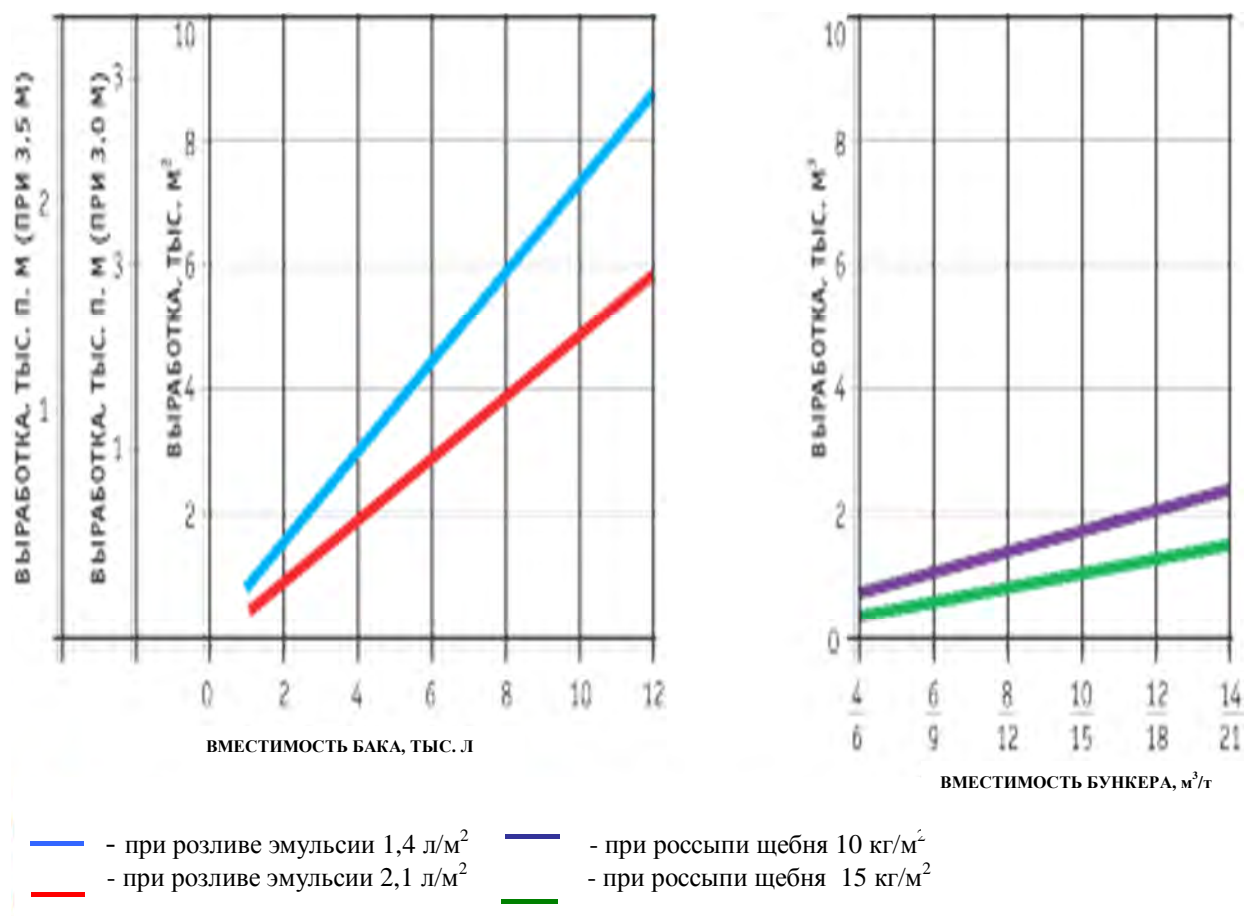


Рис. 2. Выработка машин по загрузке эмульсией и щебнем

- вместимости цистерны (грузоподъемности);
- ширине распределения вяжущего; при этом, как правило, выбирают ширину распределения равной ширине полосы движения дороги или на 5–10 см меньшую.

Распределители щебня различают по:

- вместимости (емкости) бункера для щебня;
- ширине распределения щебня; при этом, как правило, ширину распределения щебня принимают равной ширине распределения вяжущего;
- типу хода (движения): прицепные и навесные базовые машины. Как правило, в качестве базовых машин для прицепных и навесных распределителей щебня используют автомобили-самосвалы.

Для устройства поверхностной обработки методом синхронного (одновременного последовательного) распределения вяжущего и щебня используют битумо-(эмульсие)-щебнераспределители.

Битумощебнераспределители различают по:

- ширине обработки, т.е. по соответствию (кратности) этого параметра ширине проезжей части автомобильной дороги;

- емкости (вместимости) бака для вяжущего и бункера для щебня;
- методу загрузки щебнем, т.е. использованию специальных загрузочных машин для загрузки щебня в бункер или специального самозагрузочного оборудования.

На рис. 2 представлены графики выработки (в тыс. м²) всех трех типов машин: автогудронаторов, распределителей щебня и битумо-(эмульсии)-щебнераспределителей при норме розлива битумной эмульсии в 1,4 и 2,1 л/м² и норме распределения щебня в 10,0 и 15,0 кг/м².

В зависимости от ширины розлива вяжущего и распределения щебня на рис. 2 представлены также выработка в погонных метрах полосы обработки.

Представленные графики с учетом величин вместимости бака для вяжущего и бункера для щебня и битумощебнераспределителей показывают, что вместимость бака для вяжущего обеспечивает значительно большую выработку, чем вместимость бункера для щебня. Таким образом, бункер для щебня должен быть заполнен несколько раз для обеспечения выработки вяжущего. Соотношение выработок по вяжущему и щебню для различных битумощебнераспределителей колеблется от 2,0 до 9,5. Поэтому значительное влияние на сменную выработку (производительность) оказывает метод загрузки щебня.



Рис. 3. Совместная работа автогудронатора и битумощебнераспределителя

При загрузке щебня в бункер щебнераспределителя (без самозагрузки) на базе с использованием одноковшового фронтального погрузчика или крана с грейфером (челюстным ковшом), т.е. с двойным пробегом от места работы до базы и обратно, затраты времени на одну загрузку составляют от 40 минут до 1 часа 20 минут.

При загрузке щебня в бункер битумощебнераспределителя на месте работ с использованием самозагрузки или с использованием автомобиля-самосвала с краном-манипулятором, оснащенный грейфером, затраты времени на одну загрузку составляют от 10 до 15 минут.

При загрузке щебня в бункер битумощебнераспределителя с самозагрузкой из приемного бункера, расположенного сзади машины и загружаемого из автомобиля-самосвала, даже при остановке битумощебнераспределителя, затраты времени на одну загрузку составляют от 2 до 6 минут.

При расчете загрузка вяжущего совмещена с загрузкой щебня, т.е. производится через две-девять загрузок щебня, скорость движения битумощебнераспределителя принята равной 4 км/ч = 1,1 м/сек = 66 м/мин., ширина распределения принята равной 3 м, коэффициент использования по времени принят равным 0,8 (при загрузке на базе) и 0,6 (при загрузке на дороге), что связано с необходимостью и большой сложностью ритмичной подачи материалов, применением дополнительных машин (автомобилей-самосвалов, автобитумовозов).

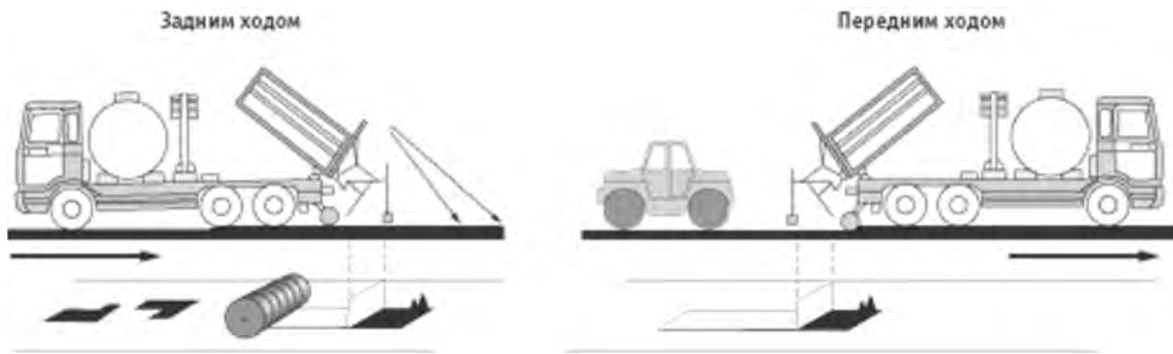


Рис. 4. Принципы работы машин для поверхностной обработки

Выпускаемые машины могут работать при движении передним ходом или при движении задним ходом (рис. 4).

Учитывая значительный интерес российских дорожников к внедрению технологии поверхностной обработки с синхронным распределением вяжущего и битума, французская фирма SECMAIR и ГУП Саратовский научно-производственный центр «Росдортех» создали в г. Саратове совместное производство машин типа Chipsealer. С 1999 г. начат выпуск следующих машин: Chipsealer-19, Chipsealer-26, Chipsealer-40

Библиографический список

1. СНиП 2.07.01 – 89. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. / Госстрой СССР. – М.: ЦНТИ Госстроя СССР, 1989. – 56 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ БЫСТРОСЪЕМНОГО ЗАХВАТНОГО УСТРОЙСТВА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭКСКАВАТОРА

О.Н. Спивак - к.т.н., доцент, Ядров И.А. - студент 5-го курса

Ключевые слова: строительно-дорожная техника, быстросъемное захватное устройство, ковш, рукоять

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет

Масштабное строительство дорог, жилья и промышленных объектов всегда было неразрывно связано с необходимостью организации эффективной эксплуатации строительной и землеройной техники, в том числе тяжелой.

На рис. 1. приведена динамика долей проданных экскаваторов отечественного производства на российском рынке строительно-дорожных машин, из которой со всей очевидностью видна определенная тенденция в пользу зарубежных производителей.

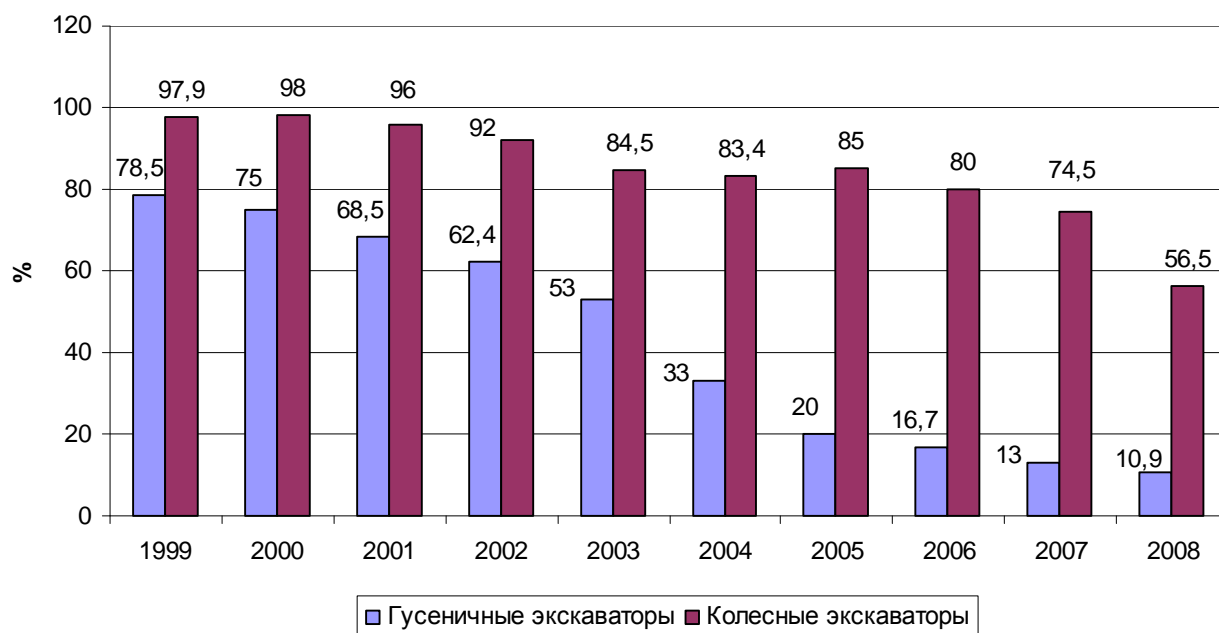


Рис.1. Динамика долей проданных экскаваторов отечественного производства на российском рынке строительно-дорожных машин (от суммарной емкости рынка).

Даже, если и принять во внимание абсолютные показатели по количеству единиц произведенной в России техники, по которым наметился рост, который по данным Росстата за 10 месяцев 2010 года составил 4,4%, а также экспорт, объемы которого оставляют желать лучшего, то все равно, налицо развитие системного кризиса дорожно-строительного и коммунального машиностроения (рис. 2).

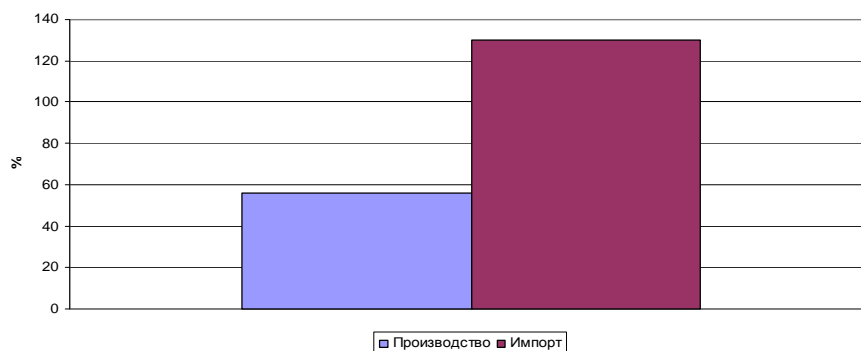


Рис. 2. Производство и импорт экскаваторов за 9 месяцев 2010 года по отношению к 9 месяцам 2009 года в %.

Основной причиной или мотивом приобретения импортной техники является производительность труда при ее применении, несоизмеримо более высокая в сравнении с практикой применения отечественной техники, сервисное обслуживание и, конечно же, надежность, экономичность, качество и эргономика.

Очевидно, что выход из сложившейся ситуации находится как раз в доведении тех критериев и параметров, по которым осуществляется выбор СДМ, до уровня сопоставимого с самыми лучшими образцами мировой экономики.

Одним из выходов является усовершенствование существующих видов экскаваторов 2-4-й размерных групп. А именно модернизация быстросъемного захватного устройства рабочего органа, разработанного к.т.н. Сабанчиевым. Данное захватное устройство является не поворотным и не может изменять угол положения ковша (рис. 3).

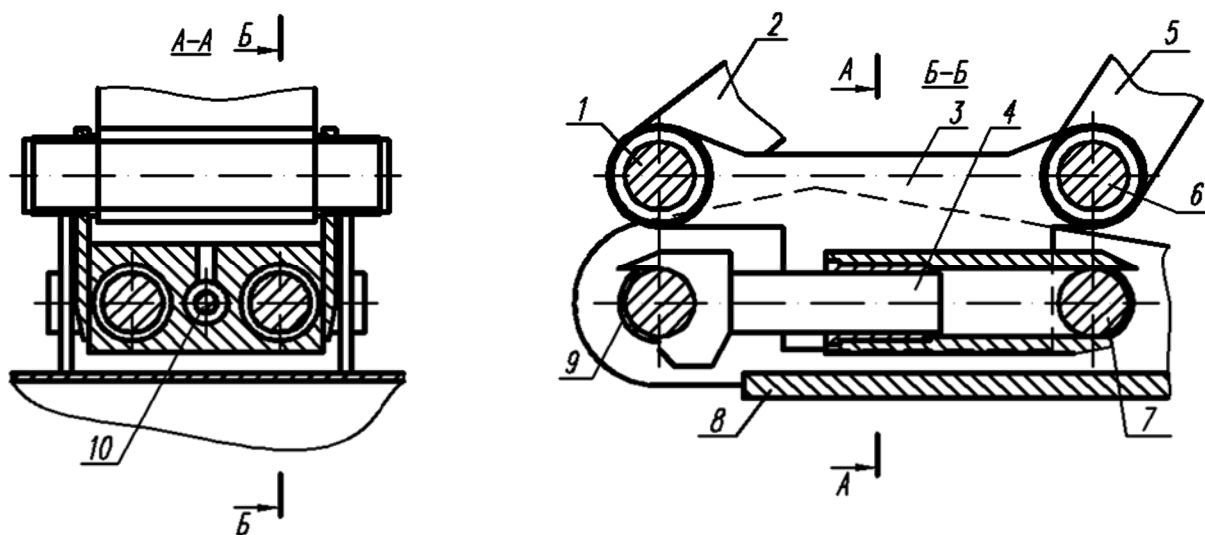


Рис. 3. Схема захватного устройства Сабанчиева: 1, 6 – пальцы крепления захватного устройства на рабочем оборудовании экскаватора; 2 — тяга механизма поворота ковша; 3 – корпус захватного устройства; 4 – штанга; 5 – рукоять; 7 и 9 – пальцы крепления ковша к захватному устройству; 8 – ковш; 10 – шток.

В связи с этим предложена модернизация конструкции крепления сменного рабочего органа к рукояти одноковшового гидравлического экскаватора, обеспечивающая достаточную быстроту его замены и надежную фиксацию.

Захватное устройство (рис. 4), закрепляемое с помощью проушин на корпусе и пальцев к рукояти и тяге механизма поворота ковша, может быть установлено на любом универсальном гидравлическом экскаваторе. Корпус с одной стороны имеет вилочный захват для переднего пальца ковша, с другой стороны захват в виде крюка, который приводится в действие с помощью гидроцилиндра. Данная конструкция имеет поворотную платформу, которая позволяет ковшу вращаться на 360°. Таким образом, возможно быстро переоборудовать с прямой лопаты на обратную и на оборот, не отсоединяя ковш от захватного устройства. Так же можно повернуть рабочий орган на 90° и с помощью двух гидроцилиндров произвести разработку грунта в перпендикулярном положении рабочего органа относительно машины.

При опускании стрелы экскаватора корпус захватного устройства вводится между проушинами ковша и перемещается до упора с пальцем ковша, далее подается масло в штоковую полость гидроцилиндра и крюк приводится в движение до упора со вторым пальцем, таким образом, происходит монтаж ковша.

Для демонтажа ковша масло подается в поршневую полость гидроцилиндра, приводя в движение крюк, после чего вилочный захват корпуса выводится из сопряжения с передним пальцем ковша.

Как видно, монтаж ковша на рукояти и его демонтаж не связаны с большими затратами времени.

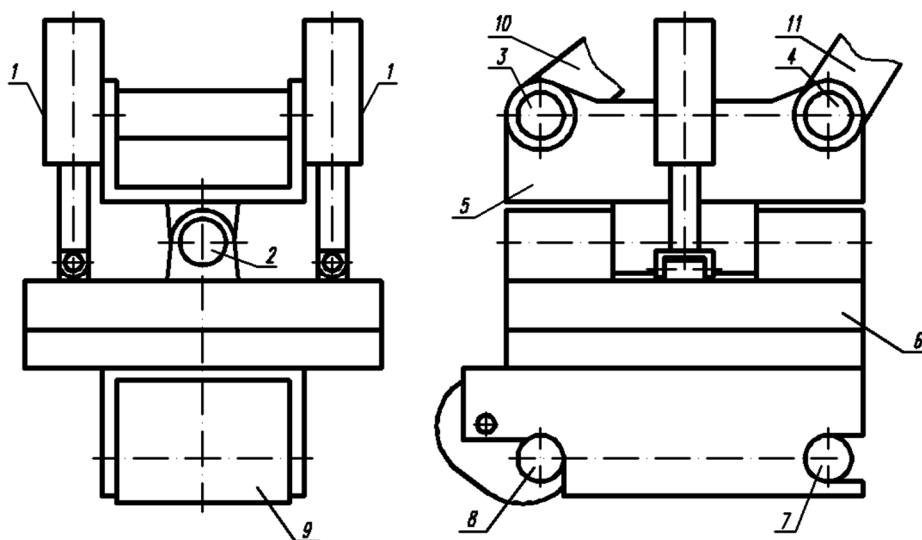


Рис. 4. Схема захватного устройства: 1 – гидроцилиндры изменения угла ковша; 2 – ось; 3 и 4 – пальцы крепления захватного устройства на рабочем оборудовании экскаватора; 5 – корпус захватного устройства; 6 – поворотная платформа; 7 и 8 – пальцы крепления ковша к захватному устройству; 9 – крюк; 10 – тяга механизма поворота ковша; 11 – рукоять.

В узел крепления и конструкцию ковша не вносятся изменения, и данным захватным устройством могут оснащаться гидравлические экскаваторы, находящиеся в

эксплуатации. Вызываемое применением захватного устройства увеличение длины рукояти не оказывает заметного влияния на снижения развиваемого экскаватором усилия копания.

Номенклатура рабочего оборудования позволяет значительно расширить область применения, повысить степень использования этих машин, смену рабочего органа производит сам машинист экскаватора без привлечения других лиц. Затрата времени на смену рабочего органа сводится к минимуму, а в сфере нынешней экономики когда сроки выполнения работы очень малы, это большой «плюс». С данным захватным устройством перечень выполняемых работ одной машиной увеличивается, а потребность в других машинах отпадает.

Библиографический список

1. Спивак О.Н., Ядров И.А. Современные тенденции российского рынка строительно-дорожных машин и его влияние на развитие стройиндустрии/ «Вестник ИрГТУ», Иркутск, №7. – 2011. – С. 65-69
2. Сабанчиев З.М. Быстросъемное захватное устройство для гидравлических экскаваторов/ «Строительные и дорожные машины», М., №12. – 1983. – С. 12-13
3. <http://www.buildernet.ru> – информационный интернет-портал «Все о строительной технике».
4. <http://www.gsk.ru> – Гражданское и дорожное строительство. Сайт группы компаний «АКРОС».

АВИАМАШИНОСТРОЕНИЕ И ТРАНСПОРТ СИБИРИ

Сборник статей

II Всероссийской научно-практической конференции,
приуроченной ко Дню космонавтики
(Иркутск, 11–13 апреля, 2012 г.).

Издается в авторской редакции

Подписано в печать 9.04.2012. Формат 60 х 90 / 16.
Бумага офсетная. Печать трафаретная. Усл. печ. л. 19,75.
Тираж 50 экз. Зак. 71 д/п.



Лицензия ИД № 06506 от 26.12.2001
Иркутский государственный технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83