

## МАШИНОСТРОЕНИЕ И ТРАНСПОРТ

УДК 629.4.02/46

Д.Г. Бейн, М.А. Булычев

### СОКРАЩЕННЫЙ АЛГОРИТМ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ТОРЦЕВЫХ СТЕН ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

Предложен сокращенный алгоритм структурно-параметрической оптимизации торцевых стен грузовых вагонов. Приведен пример оптимизации торцевой стены полувагона модели 12-119 по предложенному алгоритму. Показана эффективность предлагаемого алгоритма по сравнению с результатами отдельно проводимой параметрической оптимизации

Ключевые слова: грузовой вагон, структурная оптимизация, параметрическая оптимизация, метод конечных элементов, расчет на прочность.

УДК 629.4.028.86

А. С. Васильев, А. П. Болдырев, Б. Г. Кеглин, А.М.Гуров

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОЙ НАГРУЖЕННОСТИ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ, ОСНАЩЕННЫХ ФРИКЦИОННЫМИ ПОГЛОЩАЮЩИМИ АППАРАТАМИ НОВОГО ИСПОЛНЕНИЯ, ПРИ ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМАХ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДА

Построено распределение продольных сил, действующих на вагон, оборудованный новыми фрикционными аппаратами, при переходных режимах движения поезда.

Исследовано влияние различных амортизаторов на продольную динамику поезда.

Определен статистический спектр сил при различных режимах эксплуатации вагона.

Ключевые слова: фрикционные поглощающие аппараты, продольная нагруженность вагона, переходные режимы движения поезда, статистическое распределение, продольные силы.

УДК 621.001.4

А.О. Горленко, И.Л. Шупиков, М.И. Прудников

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСУЛЬФИДА МОЛИБДЕНА В КАЧЕСТВЕ АНТИФРИКЦИОННОГО КОМПОНЕНТА СМАЗОЧНЫХ МАСЕЛ

Описаны возможности дисульфида молибдена по улучшению трибологических показателей смазочных масел, комплексный эффект от применения дисперсии Molykote M-55 в качестве присадки к смазочному маслу. Приведены результаты триботехнических испытаний цилиндрических образцов нормализованным методом с применением автоматизированной системы научных исследований.

Ключевые слова: поверхностный слой, износостойкость, дисульфид молибдена, антифрикционный компонент, смазочный материал, пара трения, триботехнические испытания

УДК 621.438

А.М. Дроконов, А.Е. Дроконов

### АКУСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ МОЩНОСТНОГО РЯДА 10...12 МВт

Рассмотрены акустические характеристики газоперекачивающих агрегатов (ГПА) мощностного ряда 10...12 МВт с электро- и газотурбинным приводом.

Ключевые слова: газотурбинная установка, нагнетатель газа, газоперекачивающий агрегат, электропривод, шум, звуковое давление

УДК 621.865.8

О.Н. Крахмалев, Д.М. Медведев, Д.И. Петрешин

ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАКОНОВ ДВИЖЕНИЯ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ДИНАМИКИ МАНИПУЛЯЦИОННЫХ РОБОТОВ

Предложен метод оптимизации законов движения манипуляционных роботов, основанный на анализе инерционных факторов, определяющих возникающие при движении роботов силы инерции

Ключевые слова: манипуляционные роботы, моделирование динамики, оптимизация, законы движения, силы инерции.

УДК 621. 86

А.В. Лагереv, П.В. Бословяк

УНИВЕРСАЛЬНАЯ МЕТОДИКА ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ КОНВЕЙЕРОВ С ПОДВЕСНОЙ ЛЕНТОЙ

Представлена методика оптимального проектирования конвейера. Выполнена оптимизация и проведен анализ металлоконструкции существующего варианта конвейера

Ключевые слова: металлоконструкция, конвейер с подвесной лентой, оптимальное проектирование, оптимизация, целевая функция, ограничение.

УДК 62-82:681.581.5

А.В. Лагереv, Е.А. Лагерева

ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ ПОВОРОТА ПОРШНЕВОГО ТИПА КРАНО-МАНИПУЛЯТОРНЫХ УСТАНОВОК МНОГОЦЕЛЕВЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Сформулирована и решена задача условной нелинейной оптимизации при проектировании гидравлических механизмов поворота поршневого типа минимального веса крано-манипуляторных установок многоцелевых грузоподъемных машин.

Ключевые слова: многоцелевые машины, крано-манипуляторные установки, механизм поворота, поршневой тип, оптимизация, минимальный вес

УДК 621.83.06

М. Е. Лустенков, Е. С. Фитцова

МЕХАНИЗМ С ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ УГЛОМ МЕЖДУ ОСЯМИ ВАЛОВ

Приведена конструкция и описан принцип работы механизма, включающего редуктор и карданные шарниры. Приведен кинематический анализ механизма. Исследована зависимость передаточного отношения от значений углов между осями валов

Ключевые слова: передача, тело качения, универсальный шарнир, ролик, кинематический анализ

УДК 621.86/87 – 82

Н.Е. Сакович, А.М. Случевский, Ю.В.Беззуб

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ И ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН

Исследованы надежность и безопасность гидроприводов гидрофицированных машин, применяемых в дорожном строительстве. Обоснованы причины падения самосвальной грузовой платформы автомобилей и прицепов. Предложены инженерные решения, позволяющие решить данную проблему. Ключевые слова: безопасность, надежность, автомобили-самосвалы, самосвальная грузовая платформа, прицеп, гидроцилиндр, механический шариковый замок.

УДК 658.511

О.Н. Федонин, Д.И. Петрешин, В.А. Карпушкин

**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СБОРА И АНАЛИЗА ДАННЫХ С МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ С ЧПУ**

Описано использование автоматизированных систем, обеспечивающих сбор и анализ данных с металлорежущих станков с ЧПУ. Предложена структура автоматизированной системы, осуществляющей сбор и анализ данных со станков с ЧПУ. Описано назначение составляющих элементов автоматизированной системы. Рассмотрена блок-схема алгоритма функционирования автоматизированной системы сбора и анализа актуальных данных с металлорежущих станков с ЧПУ. Описаны режимы работы системы. Ключевые слова: MES, система MDC, MDA, система сбора данных, станок с ЧПУ, алгоритм работы, автоматизированная система, техническое обслуживание и ремонт.

УДК 621.874

Г. А. Федяева, Д. В. Кочевинов, В.П. Лозбинев, Ф.Ю. Лозбинев

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МОСТОВОГО КРАНА**

Представлены методика и результаты моделирования динамических процессов управляемого движения мостового крана с учетом проскальзывания колес, перераспределения вертикальных нагрузок, горизонтальной неровности рельсов и других особенностей механической подсистемы на основе совмещения программных комплексов Matlab/Simulink и «Универсальный механизм».

Ключевые слова: электропривод, программные комплексы, UM, Matlab/Simulink, мостовой кран, моделирование динамики, система управления, прогнозирование динамических процессов

УДК 621.86

С. Л. Эманов

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЗМА УПЛОТНЕНИЯ ГРУЗОЗАХВАТНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПАКЕТА КИРПИЧА**

Рассмотрено силовое взаимодействие уплотняющих рамок с пакетом силикатного кирпича. Выполнен рас-чёт механизма, уплотняющего пакет. Проведены экспериментальные исследования работы уплотняющего механизма, сравнение экспериментальных и расчётных данных.

Ключевые слова: грузозахватное устройство, пакет кирпича, механизм уплотнения, прижимные рамки

## **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

УДК 519.81

Ю.В. Бугаев, И. Ю. Шурупова, М.К. Бабаян

## АНАЛИЗ КОНЕЧНОСТИ РЕШЕНИЯ В МЕТОДЕ ЭКСТРАПОЛЯЦИИ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

Предложен подход к анализу профиля экспертных упорядочений на наличие бесконечных решений в методе экстраполяции экспертных оценок. Сформулировано и доказано необходимое и достаточное условие конечности оценок полезностей альтернатив в методе экстраполяции экспертных оценок при экспертном ранжировании обучающей выборки на порядковой и разностно-порядковой шкале

Ключевые слова: альтернатива, профиль экспертных упорядочений, метод экстраполяции экспертных оценок, бесконечные оценки, коллективный выбор

УДК004.414.23

В.К. Гулаков, Е.О. Трубаков

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗНЫХ ПОДХОДОВ К ПОСТРОЕНИЮ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ТРАЕКТОРИЙ ДВИЖЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Рассмотрены общие подходы к пространственно-временному математическому моделированию траекторий движения мобильных объектов. Исследована эффективность применения этих подходов в системах монито-ринга и быстродействие их основных алгоритмов. Даны рекомендации по выбору подхода к моделированию траекторий движения при определенных начальных условиях

Ключевые слова: пространственно-временные математические модели, пространственно-временные структуры данных, системы мониторинга, мобильные объекты, методы доступа

УДК 004.057.4

М.Ю. Рытов, К.А. Мегаев

## АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ТРАФИКОМ В СРЕДЕ КОРПОРАТИВНОГО ПОРТАЛА

Представлена методика алгоритмизации управления трафиком в среде корпоративного портала на основе аппарата стохастических сетей, отличающаяся от известных тем, что она позволяет находить не только средние значения характеристик алгоритма обмена данными, но и их распределения более высокого порядка

Ключевые слова: корпоративный портал, обмен данными, GERT-сети, алгоритм, управление трафиком.

УДК 519.876.5:658.5

А.И. Якимов, К.В. Захарченков

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Предложена информационная оценка для определения требований к программным средствам, предназначенным для поддержки принятия управляющих решений в экономических системах предприятий, на основе имитационной модели.

Ключевые слова: имитационная модель, экономическая система, промышленное предприятие, информационная система.

**ЭКОНОМИКА И МЕНЕДЖМЕНТ**

УДК 332.8

В. В. Евенко, А. В. Зевако

### АНАЛИЗ ПУТЕЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ РОССИИ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ЕГО СОСТОЯНИЯ

Перечислены проблемы жилищно-коммунального хозяйства России. Показаны последствия неэффективного управления жилищно-коммунальным комплексом. Обоснована необходимость введения в России образова-тельных программ для руководителей в сфере ЖКХ. Перечислены качества управляющего, необходимые для формирования положительной деловой репутации компании. Предложена модель оценки интеллекту-ального потенциала руководителей УК и ТСЖ

Ключевые слова: жилищно-коммунальное хозяйство, управляющая компания, руководители, профессиональная подготовка, образование, интеллектуальный потенциал, деловая репутация

УДК 004.78.33

Г.И. Коновалова

### КОНЦЕПЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ В УСЛОВИЯХ ДИНАМИЧНОЙ СРЕДЫ ЕГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Предложена концепция управления машиностроительным предприятием в условиях динамичной среды его функционирования, в которой установлена взаимосвязь между целями и предметами деятельности, моде-лями, методами и механизмами функционирования

Ключевые слова: концепция управления, системная модель, критерий оптимальности, машиностроительное предприятие.

УДК 338.2+339.56

Д.Г. Федотенков

### БРЯНСКАЯ ОБЛАСТЬ В РАЗВИТИИ СИСТЕМЫ НАЦИОНАЛЬНЫХ И МЕЖДУНАРОДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОРИДОРОВ

Рассмотрены транспортная система, транспортный потенциал России и значение мультимодальных логи-стических транспортно-распределительных центров в транспортной системе страны. Обоснована актуаль-ность формирования в Брянске региональной транспортно-логистической системы

Ключевые слова: транспортная система, логистическая инфраструктура, транспортные коридоры, грузовые перевозки, МЛТРЦ.

## ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 930

Н.Г. Федькина, Л.И. Захарова

### РОЛЬ БРЯНСКОГО КРАЯ В ТЕХНИЧЕСКОМ ПРОГРЕССЕ СТРАНЫ

Рассмотрено становление промышленности в Брянском уезде начиная с XVIII века. Показана роль Брянщи-ны и ее влияние на развитие технического прогресса в России. Оценено значение подготовки технических кадров в профессиональных заведениях Брянского региона. .

Ключевые слова: Брянский уезд, промышленность, предпринимательство, профессиональное образование, технические кадры.



## МАШИНОСТРОЕНИЕ И ТРАНСПОРТ

УДК 629.4.02/46

Д.Г. Бейн, М.А. Булычев

### СОКРАЩЕННЫЙ АЛГОРИТМ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ТОРЦЕВЫХ СТЕН ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

Предложен сокращенный алгоритм структурно-параметрической оптимизации торцевых стен грузовых вагонов. Приведен пример оптимизации торцевой стены полувагона модели 12-119 по предложенному алгоритму. Показана эффективность предлагаемого алгоритма по сравнению с результатами отдельно проводимой параметрической оптимизации.

Ключевые слова: грузовой вагон, структурная оптимизация, параметрическая оптимизация, метод конечных элементов, расчет на прочность.

Известно, что сочетание параметрической и структурной оптимизации приводит к лучшему результату. Применительно к вертикальным торцевым стенам кузовов грузовых вагонов цель структурной оптимизации заключается в определении количества подкрепляющих стержневых элементов (вертикальных стоек, горизонтальных поясов), а также координат их размещения в конструкции. Кроме этого, при структурной оптимизации находится оптимальный тип профиля упомянутых несущих элементов.

Следовательно, для решения задачи структурной оптимизации торцевой стены необходимо найти экстремум функционала

$$F(n_i; x_i; f_i), \quad (1)$$

где  $n_i$  – число однотипных несущих элементов;  $x_i$  – координаты их размещения в пространстве;  $f_i$  – функции, определяющие характер поперечных сечений несущих элементов.

В качестве функционала  $F$  может быть принят суммарный объем металла несущих элементов или себестоимость. В этом случае экстремумом функционала  $F$ , который необходимо определить, является минимум.

На  $n_i, x_i, f_i$  должны быть наложены ограничения, обеспечивающие работоспособность вагона. Это, прежде всего, конструктивные ограничения на габаритные размеры несущих элементов, влияющие на их взаимную увязку и на концентраторы напряжений. Должно быть также наложено ограничение по прочности несущих элементов. Однако ограничение по прочности, если одновременно проводится структурная и параметрическая оптимизация, может быть учтено при параметрической оптимизации.

Одновременное выполнение структурной и параметрической оптимизации затруднительно. Под термином «одновременное» здесь понимается выполнение и параметрической, и структурной оптимизации на каждой итерации многоитерационного процесса оптимизации. В связи с отмеченным до настоящего времени структурную оптимизацию выделяют в отдельный самостоятельный этап, а по полученной оптимальной структуре проводится параметрическая оптимизация. Из работ в этой области фундаментальными являются работы В.П. Лозбинева, Ф.Ю. Лозбинева, И.Н. Серпика.

На практике для получения оптимальной структуры используется метод избыточной структуры. Такой вариант структуры подвергается параметрической оптимизации без ограничения на минимальные значения жесткостных характеристик. По идее метода, при параметрической оптимизации отдельные несущие элементы вырождаются, а оставшиеся определяют оптимальную структуру.

Здесь, однако, возникает следующее ограничение. Чтобы отдельные элементы выродились, к ним не должна быть приложена нагрузка. В противном случае под действием

приложенной нагрузки в элементе возникнут напряжения, и при параметрической оптимизации жесткостные характеристики сечения не смогут стать близкими к нулю из-за ограничения по прочности. Следовательно, вырождения элемента не произойдет.

Применительно к торцевым стенам грузовых вагонов важно знать, какая эксплуатационная нагрузка вызывает наибольшие напряжения в несущих элементах. В работе [1] показано, что применительно к полувагонам такой нагрузкой является продольная сила, возникающая при одностороннем ударе в автосцепку. Указанная сила воздействует на всю поверхность торцевой стены, поэтому метод избыточной структуры для оптимизации торцевых стен полувагонов, думкаров и крытых вагонов неприменим.

Отсюда возникает следующее затруднение: необходимо определить, какой тип подкрепления обшивки (подкрепление только вертикальными стойками (рис. 1 а), подкрепление только горизонтальными поясами (рис. 1 б), комбинированное подкрепление (рис. 1 в)) позволит получить наименьшую металлоемкость (с учетом результатов параметрической оптимизации).

При этом также следует учесть, что при увеличении количества подкрепляющих элементов и совместной параметрической оптимизации возможно снижение массы.

Следовательно, требуется иной способ определения оптимальной структуры торцевой стены.

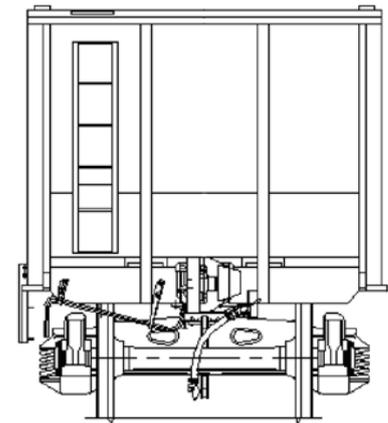
**Сокращенный алгоритм структурно-параметрической оптимизации торцевой стены.** В связи с большой трудоемкостью прочностных расчетов всех вариантов структуры на практике может быть полезен сокращенный алгоритм оптимизации.

Данное название отражает суть алгоритма: за основу конструкции принимается ближайший по габаритным размерам вагон-аналог, и направление поиска оптимальной структуры определяется исходными данными.

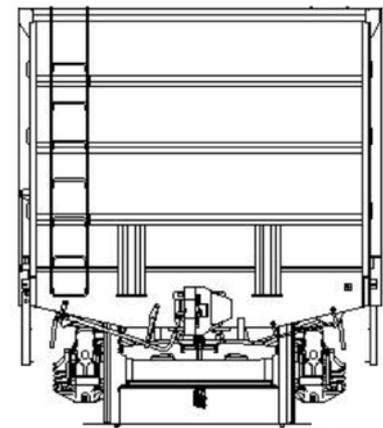
Для новой конструкции первоначально принимаются структура и параметры стены вагона-аналога. Проводится расчет торцевой стены по методу конечных элементов (МКЭ) на односторонний удар в автосцепку.

Затем подкрепляющие элементы обшивки (пояса, стойки) выделяются в оптимизационные группы.

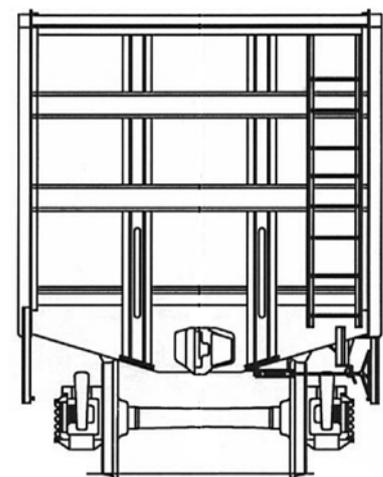
Для каждой оптимизационной группы отдельно определяется среднее расчетное напряжение:



а)



б)



в)

Рис. 1. Варианты структуры торцевых стен полувагонов: а - подкрепление вертикальными стойками; б - подкрепление горизонтальными поясами; в - комбинированное подкрепление

$$\sigma_{cp}(n) = \frac{\sum_{n=1}^k (\sigma_n M_n)}{\sum_{n=1}^k M_n},$$

где  $\sigma_{cp}(n)$  – среднее расчетное напряжение;  $\sigma_n$  – максимальное нормальное напряжение в несущем элементе  $n$ ;  $k$  – количество несущих элементов в группе;  $M_n$  – масса несущего элемента  $n$ .

Затем определяется среднее допускаемое напряжение подкрепляющих элементов обшивки (стоек или поясов):

$$[\sigma_{cp}(n)] = \frac{\sum_{n=1}^k ([\sigma_n] M_n)}{\sum_{n=1}^k M_n},$$

где  $[\sigma_{cp}(n)]$  – приведенное нормальное напряжение;  $[\sigma_n]$  – допускаемое напряжение для материала несущего элемента  $n$ .

Далее определяем

$$\Delta\sigma = [\sigma_{cp}(n)] - \sigma_{cp}(n).$$

Затем находим коэффициент

$$K = \frac{\Delta\sigma}{[\sigma_{cp}(n)]} 100\%.$$

Определяем лишнюю ( $K > 0$ ) или недостающую ( $K < 0$ ) массу  $\Delta m$  группы несущих элементов:

$$\Delta m = \frac{\sum_{n=1}^k M_n}{100} K.$$

Сравниваем  $\Delta m$  и массу  $M_n$  одного несущего элемента (стойки или пояса).

Если

$$|\Delta m| < M_n, \tag{2}$$

количество подкрепляющих элементов не меняется, проводится параметрическая оптимизация.

Если  $|\Delta m| \geq M_n$ , меняется количество подкрепляющих элементов: для  $\Delta m > 0$  назначается

$$n^{i+1} = n^i - \frac{\Delta m}{M_n},$$

где  $n^i$ ,  $n^{i+1}$  – количество подкрепляющих элементов (стоек или поясов) на текущей и последующей итерации;  $i$  – номер текущей итерации;

для  $\Delta m < 0$  назначается

$$n^{i+1} = \frac{\Delta m}{M_n} + n^i.$$

Количество элементов изменяется до тех пор, пока не начнет выполняться условие (2).