

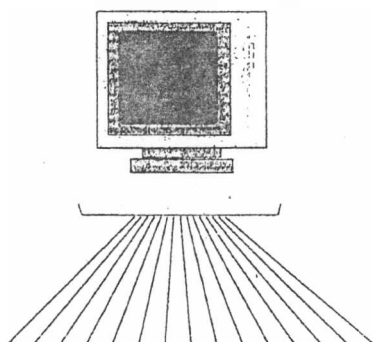
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Дніпродзержинський державний технічний університет

**МІЖДЕРЖАВНА НАУКОВО-МЕТОДИЧНА  
КОНФЕРЕНЦІЯ**

(28 травня – 30 травня 2003 р., м. Дніпродзержинськ)

***ПРОБЛЕМИ МАТЕМАТИЧНОГО  
МОДЕЛЮВАННЯ***

Тези доповідей



Дніпродзержинськ – 2003

навантаженою такою силою, що призводила до її повоження на 2% (виповиває робочим навантаженням). Кривим на графіках надані номери, що виповивають номерам гумових прошарків (рис.2) та тканинних прокладок (рис.3).

З наведених рисунків видно, що дотичні напруження, відносні подовжні деформації розподілені нерівномірно. Дотичні напруження набувають максимальних значень у перерізі набігання на барабан, коли у цьому перерізі розташовано кінець найбільше розташованої до приводного барабана прокладки. Максимальні відносні деформації розтягу мають місце для зовнішньої від барабана (шостої) прокладки.

Під час проектування конвеєрів запас міцності призначають для стрічки, а не для стику. Перевищення сил розтягу сягає 50% від розрахованого значення, що суттєво зменшує реальний запас міцності. Максимальні дотичні напруження сягають 0,6 МПа. Границя міцності гуми на зсув у прошарках стрічки не перевищує 1-2 МПа. Крім того, міцність гумових прошарків залежить від технології виготовлення стику. У виробничих умовах мають місце порушення технології, що суттєво впливає на границю міцності гумового прошарку у стику. Тому реальні запаси міцності гумових прошарків, при їх роботі на зсув можуть бути ще меншими. Дію таких напружень і слід вважати причиною руйнування стиків в процесі їх експлуатації.

На рисунку 4 наведено залежність максимальних внутрішніх зусиль віднесених до середніх значень від відстані між поривами прокладок.

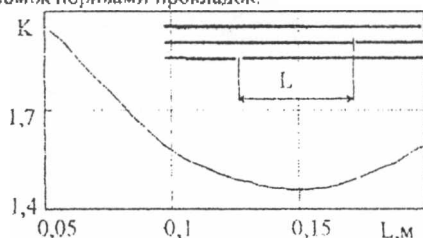


Рис. 4 - Залежність максимальних внутрішніх зусиль в прокладках від відстані між їх ушкодженнями.

З графіку видно, що залежність  $K(L)$  має мінімум. Вказане дозволяє мінімізувати максимальні внутрішні зусилля в прокладках. Мінімізація внутрішніх зусиль, що виникають в найвіддаленішій від барабана тканинній прокладці не може гарантувати збільшення міцності стику. Зусилля руйнування стику залежить і від міцності гумового прошарку.

Максимальні напруження зсуву виникають у ближньому до приводного барабана гумовому прошарку. Їх значення залежать від передачі сили тертям та від наявності розриву суцільності ближньої до барабана прокладки. Збігання перерізів максимального прояву цих чинників призведе до складання максимальних напружень. Для їх зменшення треба унеможливити складання максимальних напружень. Для цього можна застосувати додаткову смугу тканинної прокладки. Таку прокладку треба розмістити під місцем розриву ближньої до барабана прокладки. Наведені заходи дозволяють збільшити зусилля руйнування стикового з'єднання.

#### Література

1. Танцюра Г.І. Математична модель гумотканинної стрічки та побудова її рішення. Математичне моделювання.- №1.- 1994. - С. 69-72,

А.А. Тимченко, С.В. Ланських, М.В. Підгорний

Україна. Черкаський державний технологічний університет

Доповідь присвячена викладанню результатів по автоматизації процесів проектування з використанням методів системного підходу [1]. Системне проектування – це методологія побудови проєктів складних об'єктів нової техніки (ОНТ) як цілеспрямованих систем у базисах системних властивостей (якість, стійкість, інваріантність, ремонтноздатність та ін.), системних ресурсів (час, фінанси, енергія та ін.) та структурах життєвих циклів (ЖЦ) (наукові дослідження, проектування, виробництво, використання, програмована експлуатація).

Задачі системного проектування. Складний процес розв'язання взаємопов'язаних задач у формах блок-схем, динамічних програм, граф-схем з'явився з появою програмування й розробки методу аналізу складних систем. Формалізація алгоритмів особливо інтенсивно почала розвиватися з виникненням поняття абстрактної програми у вигляді логічних схем алгоритмів (ЛСА) і різноманітних граф-схем. Формальні моделі подання обчислювального процесу були розроблені в основному для опису послідовних процесів. [2]

Побудувати логічну схему проектування [3] – це означає внести структуру (логічно й процедурно організовану послідовність операцій) до слабо структурованого процесу розробки складної системи. Прикладом побудови послідовності виконання операцій с упорядкування сукупності задач проектування  $S = \underset{1..n}{U} S_i$ , і процедур розв'язання  $T\{T_i\}$ , що у даному разі зображено упорядкованою індексною множиною I.

Моделі будови, функціонування, адаптації (розвитку). Дослідженню задач, що є складовими процесів проектування складних систем, присвячено чимало праць у вітчизняній та зарубіжній літературі [2,3]. В класі складних систем виділено системи з багатьма рівнями і складним характером взаємодії підсистем, що мають дискретну природу функціонування типу мереж, складні системи, які зображено моделями з імовірнісними характеристиками, дискретно-неперервні системи та ін.

Перелічені різновиди моделей складних систем розглядалися для опису законів функціонування окремих класів ОНТ.

Але математично пристосувати їх для дослідження інших процесів (наприклад, витрачання та відновлення ресурсів ОНТ) і властивостей (досяжності цілей, надійності виконання операцій та ін.) не було можливості. Моделі, що пропонуються нижче, дають змогу розв'язувати багато прикладних задач моделювання ОНТ, в яких знайдено

достатньо згладжені умови математичного утюдження диференціальних динамічних моделей з автоматичними, а також їх „гібридів“ з альтернативними мережами, дістаючи, таким чином, моделі динамічних операцій. Це дає змогу побудувати й дослідити пакети останніх.

Будова системи „машинобудівна“ модель – морфологічна структура ОНТ. У „машинобудівній“ конструкції об'єкта одним з основних відношень є відношення «частина-ціле», яке можна зобразити теоретико-множинною операцією об'єднання  $A = \bigcup_{i \in I} A_i$ , де  $I$  пробігас індексу множини  $I$ ,  $i \in I$ , що становить сукупність частин, які об'єднують  $A_i$  в одне ціле –  $A$ . Для „машинобудівної“ моделі ОНТ характерною є багаторушна піраміда таких відношень [4]. Характерною ознакою із моделі будови об'єкта виділяється функціональна частина ОНТ, є можливість побудови системи упорядкованих елементів для об'єкта (підсистеми), що розглядається: перехідна й вихідна функції підсистем та множини моментів часу, входів, станів і виходів підсистем.

Функціональна модель ОНТ слугує для подання процесів досягнення цілей об'єктом, які здійснюються функціональними елементами, підсистемами та ОНТ в цілому.

Методи й моделі аналізу надійності ОНТ розроблено для окремих стаціонарних випадків, у тому числі для аналізу надійності устаткування (методи апаратурної надійності). Важливим етапом у вирішенні цієї проблеми є утворення апарату системного моделювання, що дасть змогу поставити математичні експерименти й підготувати до утворення автоматизованих інформаційних систем програмування ЖЦ ОНТ. Системним ядром таких інтегрованих АІС повинні стати банки моделей програмування ЖЦ ОНТ.

#### Література

1. Тимченко А.А., Родионов А.А. Основы информатики системного проектирования объектов новой техники - К. Наук думка, 1991. - 152 с.
2. Жук К.Д., Тимченко А.А., Родионов А.А. Построение современных систем автоматизированного проектирования - К. Наук думка, 1983. - 248 с.
3. Жук К.Д., Тимченко А.А. Автоматизированное проектирование логико-динамических систем - К. Наук думка, 1981. - 320 с.
4. Тимченко А.А. Основы системного проектирования та системного аналізу складних об'єктів: Підручник: У двох книгах. Книга 1. Основи САПР та системного проектування складних об'єктів / За ред. Бикова. – К.: Либідь, 2000. 272 с.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ МЕЖФАЗНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ДОМЕННОЙ ПЛАВКИ

Д.Н. Тогобинская, А.И. Белькова, А.Ю. Гринько

Украина, Днепродзержинск, Институт черной металлургии НАН Украины

Основными термодинамическими параметрами, определяющими эффективность процесса выплавки чугуна являются коэффициенты распределения элементов ( $L_{\Sigma}$ ), вносимых шихтой, между продуктами плавки. Усовершенствование и уточнение этих зависимостей обычно идет по пути увеличения числа параметров и усложнения формы соответствующих уравнений.

Нами при построении прогнозных моделей используется разработанная в ИЧМ методика физико-химического моделирования для "свертки" информации о химическом составе металлургических расплаво, в соответствии с которой физико-химическое и структурное состояние железоуглеродистых и шлаковых расплаво характеризуются физико-химическими критериями  $\Delta e$  и  $\rho$  [2], а также методы многомерного сравнительного анализа.

Возможность описывать взаимодействующие системы интегральными критериями, характеризующими их структуру и свойства, позволяет понизить размерность моделей и реализовать принцип моделирования от микро- (моделирование структуры расплаво) до макроуровня (моделирование процессов и результатов взаимодействия систем) и осуществить моделирование процессов межфазного распределения элементов в системе "металл-шлак" по схеме "Шихта" + "Технология"  $\rightarrow$  "Продукты плавки" и прогнозировать коэффициенты распределения элементов в виде уравнений:  $L_{\Sigma} = f(\Delta e, \rho, \%Fe_2O_3)_{\text{шихта}} + f(\text{параметры технологии})$ , где  $\%Fe_2O_3$  - показатель богатства шихты.

Для построения модели оптимальной структуры используется методика факторного анализа [3], позволяющая снизить размерность исходного пространства и вскрыть оптимальную группировку переменных  $\{X^k\}$  для их интегральной "свертки"  $F^k$ , т.е. все зависимые между собой переменные объединяются в один фактор. В этом случае они имеют максимальную нагрузку на общий для них фактор.

Разработанный подход был применен при построении прогнозных моделей для коэффициентов межфазного распределения элементов в условиях работы доменной печи №5 КГТМК «Криворожсталь». В итоге расчетно-аналитических определений получены "нагрузки" коэффициентов  $L_{\Sigma}$ ,  $L_{Si}$ ,  $L_{Mn}$ ,  $L_{Fe}$ , отдельных показателей и обобщенных "свернутых" их значений на главные три фактора, отражающих весь исследуемый массив данных (рис.) и прогнозны модели для коэффициентов межфазного распределения элементов для условий ДП №5:

$$L_{\Sigma} = -129.45 - 62.15\Delta e + 40.44\rho - 0.475\%Fe_2O_3 + 33.57S_{\text{кок}} - 56.1P_{\text{кг}} - 56.15\eta_{\text{CO}} + 22.17I_{\text{до}} \quad (R=0,83)$$

70. **Д.П.Ночевнов**  
 Моделирование адаптивного поиска в информационно-поисковых мультиагентных системах ..... 127
71. **А.М.Павленко, Е.А.Высоцкая**  
 К определению скорости вихревого течения ..... 129
72. **А.М.Павленко, Р.А.Климов**  
 Развитие методов гомогенизации ..... 130
73. **И.А.Павлюченков, В.И.Тимошпольский, В.Ю.Болотов, В.А.Вихлевщук**  
 Компьютерное моделирование энергосберегающих процессов выплавки и доводки металла в условиях современных мини-заводов ..... 131
74. **А.С.Петров, Ю.В.Полупан**  
 Сравнительный анализ распределения деформаций в подрезинном колесе, полученных теоретическим и экспериментальным путем ..... 133
75. **А.С.Петров, О.В.Романенко**  
 Математическое моделирование пространственных колебаний прицепного вагона дизель-поезда ..... 135
76. **Ю.С.Постольник, А.П.Огурцов, Ю.М.Зинченко**  
 Математичне моделювання термопружного стану пластин в умовах протитієїного променевого теплообміну ..... 137
77. **Ю.С.Постольник, А.П.Огурцов, Г.О.Щербинська**  
 Математичне моделювання індукційного нагрівання плоского зливка ..... 139
78. **В.В.Скалозуб, А.П.Иванов**  
 Моделирование процессов ведения поездов по критерию минимума стоимости электрической энергии ..... 141
79. **В.В.Скалозуб, О.В.Солтысюк, С.Ю.Цейтлин**  
 Оптимизация эксплуатации вагонных парков иностранных собственников на основе попарного моделирования процесса железнодорожных перевозок ..... 142
80. **В.О.Скачков, В.И.Иванов, Т.М.Нестеренко, Я.М.Сидоренко**  
 Математичне моделювання та розрахунок термохімічних реакторів проточного типу ..... 143
81. **В.А.Скачков, А.В.Карпенко, О.Р.Оверчук**  
 Моделирование термохимических процессов в технологии углерод-углеродных композитов ..... 144
82. **С.А. Смолянская**  
 Оптимизация геометрических параметров системы оперативного контроля качества минерального сырья в горной массе на конвейсере ..... 145

83. **Г.І.Танцура**  
Напружений стан стиків консервної гумотканинної стрічки ... 147
84. **А.А.Тимченко, Є.В.Лавських, М.В.Підгорний**  
Математичні моделі в задачах системного проектування .... 149
85. **Д.Н.Тогобицкая, А.И.Белькова, А.Ю.Гринько**  
Моделирование процессов межфазного распределения элементов в восстановительных условиях доменной шлавки .... 151
86. **Д.Н.Тогобицкая, Л.Т.Бойко, І.В.Григас**  
Чисельна реалізація алгоритму розрахунку параметрів зарядового та структурного стапу багатокомпонентних шлакових розплавів ..... 153
87. **Н.О.Труссева**  
Моделирование электронных переходов в легированных кристаллах силленита кремния ..... 155
88. **В.К.Голстых, В.Е.Черноног**  
Идентификация эффективного коэффициента температуропроводности стального непрерывного слитка ..... 156
89. **М.П.Харапонов**  
Математическое моделирование логистических процессов на предприятии по производству и реализации технических газов ..... 158
90. **Л.П.Якимова**  
Экономико-математические модели оптимального управления предприятием ..... 160
91. **Ю.Н.Яковлев**  
Построение математических моделей сталеплавильных процессов с использованием методов неравновесной термодинамики ..... 162
- III АЛГОРИТМИ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**
92. **С.А.Боев, А.Б.Кузнецов, Д.И.Мовшин**  
Объектный анализ и методы реализации автоматизированных систем земельного кадастра Украины ..... 165
93. **А.Ю.Дереза, А.Ф.Приставка**  
Масштабируемое языконезависимое программное обеспечение автоматизированной визуальной обработки статистических данных ..... 167
94. **А.В.Зинченко**  
Применение алгоритмов повышенной точности для расчета двухфазных течений с зонами, свободными от частиц ..... 169