

УДК 622.3:338.3

Л.П. Волкова, В.Н. Костин

О РАЗВИТИИ САПР СТРУГОВЫХ УСТАНОВОК

Дано сравнение двух версий архитектуры САПР струговых установок, рассмотрено развитие структуры САПР с целью автоматизации построения алгоритмов расчета с учетом разнообразных режимов работы струговых установок. Для этого в структуре предусматривается интеллектуальный планировщик, реализуемый с помощью аппарата сетей Петри.

Ключевые слова: струговые установки, системы автоматизированного проектирования, программное обеспечение, интеллектуальный планировщик, сети Петри, прикладные модули.

При разработке новых конструкций струговых установок в системе автоматизированного проектирования (САПР) особый интерес представляет собой выбор оптимальных параметров для конкретных горно-геологических условий, который связан с процедурой повторных многократных вычислений для различных вариантов сочетания силовых и режимных параметров. При этом критерием выбора служит получение наибольшей производительности струговых установок. Проектирование ведется для конкретного типа струговой установки, который выбирается в соответствии с горно-геологическими условиями выемки угля. Технические данные различных струговых установок и условий выемки угля, в которых возможно применение отдельных типов струговой установки, должны храниться в базе данных системы автоматизированного проектирования.

В работах [1,2,3] представлено описание разрабатываемой САПР струговых установок (СУ). В них описаны различные подходы к разработке программного обеспечения САПР: структурный подход [1,2] и объектно-

ориентированный [1,2,3]. В том и другом случае прикладное программное обеспечение позволяло определять основные параметры (толщина стружки, производительность, усилия резания, тяговые усилия в цепи, мощность электропривода) одного типа струговой установки, работающей в каком-либо одном режиме. При реальном проектировании СУ конструктор обычно рассматривает несколько вариантов проекта, предусматривающих различные конструкции СУ и разные режимы их работы, с целью выявления оптимальных параметров и оптимальной конструкции. Для этого в САПР должен быть набор прикладных модулей, обеспечивающих расчет разнообразных конструкций с их режимами работы.

В соответствии с отраслевой методикой [4] принято классифицировать СУ следующим образом:

- по компоновке струга: одноструговая, двухструговая СУ;
- по схемам работы: челноковая, односторонняя;
- по скоростным режимам: с отстающим и с опережающим стругом.

Кроме того, по типу конструкции СУ могут быть:

- с наклонной направляющей или отрывного действия;
- с регулируемым приводом или с нерегулируемым;
- с грузчиком, подающим уголь на конвейер, или без него.

Таким образом, программное обеспечение САПР СУ должно обеспечить конструктору возможность просчитывать всевозможные допустимые варианты как параметрического, так и структурного синтеза, что может быть реализовано через соответствующую архитектуру САПР.

В работах [1, 2] обозначены следующие компоненты САПР СУ: управляющая программа, СУБД, модуль запуска прикладных программ, прикладные модули, модули ввода и вывода информации, графический модуль. В работе [3] приведена несколько иная архитектура, при которой запуск прикладных модулей осуществляется другим способом, поэтому отсутствует модуль запуска прикладных модулей.

Большое количество допустимых вариантов расчета, которое может быть реализовано, затрудняет работу конструктора при ручном определении последовательности работы прикладных модулей. Поэтому для автоматизации выбора правильной последовательности работы модулей в архитектуру САПР СУ должен быть включен новый модуль: «Интеллектуальный планировщик» (в дальнейшем — Планировщик).

«Планировщик — это модуль, позволяющий сгенерировать в автоматическом режиме алгоритм расчета варианта той или иной конструкции СУ в зависимости от исходных и выходных параметров. Такой режим работы САПР СУ важен для конструктора в случаях, когда в основном определены основные конструктивные узлы СУ и

выявлены основные возможные режимы их работы.

В новой версии САПР СУ предусматривается наличие такого «Планировщика», позволяющего генерировать алгоритм расчета СУ для перечисленных конструктивных вариантов и режимов работы. Такой Планировщик по исходным параметрам проектирования — по входной модели, описывающей исходные данные, и параметрам проектирования (выходная модель) может определить последовательность прикладных модулей для реализации заданного варианта проектирования [5].

Кроме определения порядка выполнения прикладных модулей Планировщик должен определять множество данных, которые необходимо хранить на каждом этапе проектирования.

Модель Планировщика можно представить в виде модельного графа

$$G = \langle V, U \rangle,$$

где $V = V_1 \cup V_2$, $V_1 \cap V_2 = \emptyset$;

$V_1 = \{v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{in}\}$ — множество модулей; $V_2 = \{v_{j1}, v_{j2}, \dots, v_{jl}\}$ — множество моделей; U — дуги, соединяющие вершины V_1 и V_2 .

В свою очередь, модель такого графа можно представить соответствующей сетью Петри

$$C = \langle P, T, I, O \rangle,$$

где $P = V_2 = \{v_{j1}, v_{j2}, \dots, v_{jl}\}$, т.е. каждой позиции соответствует модель; $T = V_1 = \{v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{in}\}$, т.е. каждому переходу соответствует модуль.

Поэтому создание интеллектуального планировщика может быть реализовано с помощью аппарата сетей Петри.

Электромеханическая система современных струговых установок обычно включает в себя два электродвигателя с редукторами и приводными звездочками, связанными между собой и с исполнительным органом ветвями тяговой

цепи. Такая система является многомассовой, элементы ее обладают упругими, инерционными и диссипативными свойствами.

Струговые установки работают в реверсивном циклическом режиме с частыми пусками и набросами нагрузки. Благодаря наличию протяженных упругих связей (ветвей струговой цепи) в электромеханической системе струговых установок создаются условия для возникновения колебаний. Амплитуды колебаний деформации упругих элементов могут достигать опасных значений, что сопровождается срезанием предохранительных штифтов или порывом струговой цепи [6].

Большое значение имеет проверка различных вариантов сочетания параметров электромеханической системы, особенно тех, которые оказывают значительное влияние на динамические характеристики электромеханической системы в целом. Экспериментальная проверка в промышленных условиях практически невозможна из-за большой

стоимости и трудоемкости. Для исследования динамики функционирования такого сложного технического объекта могут использоваться математические модели, которые позволяют снизить затраты на экспериментальную проверку принимаемых проектных решений. Поэтому применение адекватной модели при автоматизированном проектировании современных струговых установок является актуальным [6, 7].

Развитие САПР СУ должно предусматривать разработку подсистемы динамических испытаний вариантов разрабатываемых конструкций струговых установок. Для проверки вариантов проектных решений в динамике разработана цифровая модель электромеханической системы струговых установок [7]. На основе данной динамической модели должна быть разработана подсистема динамических испытаний как структурная единица САПР СУ, с помощью которой можно будет уточнять основные параметры разрабатываемых конструкций струговых установок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волкова Л.П., Костин В.Н., Разумов М.В. Разработка САПР струговых установок. Информационная математика, №1(5). — М.: Астель, РАЕН, 2005.
2. Волкова Л.П., Костин В.Н., Медноногов А.И., Панкрушин П.Ю. Автоматизированное проектирование струговых установок. Информационная математика, №1(7). — М.: АСТ_физ. мат. лит., 2009.
3. Волкова Л.П., Костин В.Н., Медноногов А.И., Панкрушин П.Ю. Системы автоматизированного проектирования струговых установок. Горный информационно-аналитический бюллетень, №(9), — М.: Издательство МГТУ, 2009.
4. Машины очистные. Струговые установки. Расчет параметров системы «струг-конвейер». Методика. РТМ 12.47.003—74.
5. Горбатов В.А., Крылов А.В., Федоров Н.В. САПР систем логического управления. — М.: Энергоатомиздат, 1988. — 232 с.
6. Волкова Л.П. Моделирование динамики струговых установок при автоматизированном проектировании. Ж. «Информационная математика», 2009. — №1(7). — с. 104.
7. Волкова Л.П. Цифровая модель для исследования динамики струговых установок. В сб. «Обзорные прикладной и промышленной математики». — М.: 2008. **ГИАС**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Волкова Л.П. — кандидат технических наук;
Костин В.Н. — кандидат технических наук,
Московский государственный горный университет,
Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru