

УДК 67.17.17

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ РАСЧЁТА ЭЛЕМЕНТОВ КОЗЛОВОГО КРАНА

Вакуленко Д. А., студент, кафедра технологии эксплуатации и автоматизации работы портов, IV курс

Государственный университет морского и речного флота

имени адмирала С.О. Макарова, Россия, г. Санкт-Петербург

Аннотация. В данной статье применена математическую модель для расчёта элементов козлового крана. Использование данного метода упрощает планирование работы производства. Козловые краны в России изготавливаются десятками заводов, поэтому данная статья является актуальной в современной промышленной области.

Ключевые слова: математические модели, козловой кран, оптимальное решение.

Введение. Система построения моделей для принятия решений в установленной области предполагает применение математического аппарата, с созданием алгоритмической части, программной системы. Модельная часть должна рефлектировать процессы и отражать сведения об объекте и предмете модели. В данном прецеденте принятые решения получают на основе строгих математических методов, согласно с постановкой определённой задачи исследований.

В настоящее время бурное развитие средств вычислительной техники, внедрение современных компьютерных технологий открывает широкие возможности для достижения качественного скачка в уровне эффективности информационно-управляющих систем в аэрокосмической технике, на производстве, транспорте, в экономике, экологии, медицине и других областях на основе использования принципов искусственного интеллекта, методов самоорганизации и адаптации к изменяющимся условиям и целям функционирования, характеристикам системы и внешней среды, неконтролируемой обстановке [1, стр. 59].

С адаптацией планов к определённым изменениям, происходящим в условиях рынка, связано выполнение работ на предприятиях. Гибкость планирования производства при учёте внешних условий на основе математических моделей, можно считать основным условием модернизирования производства. При адаптивном проектировании становятся актуальными вопросы, относящиеся к расчётам необходимых материалов, которые эффективней реализовать при помощи балансовой модели.

Балансовые модели массово применяются при экономико-математическом моделировании систем и процессов. В основе создания этих моделей лежит балансовый метод. Данный метод показывает взаимосвязь имеющихся ресурсов и потребностей в них.

В условиях крупных промышленных производств для перемещения грузов широко применяется козловой кран. Козловые краны — краны мостового типа, пролётные строения которых установлены на опоры, перемещающиеся по рельсам. На промышленных складах, производственных объектах metallургической, строительной отрасли, в портах или объектах ГЭС использование козловых кранов является неотъемлемой частью рабочего процесса.

Классификация козловых кранов может быть представлена по разным признакам. По назначению машины делятся на:

1. Перегрузочные машины. Грузоподъёмность таких машин в среднем от 3,2 до 50 тонн при высоте пролета до 40 м.
2. Агрегаты для строительно-монтажных работ. Значение параметра грузоподъёмности до 400 тонн.
3. Специальные. Имеют грузоподъёмность 300-500 тонн, при пролёте 100-130 метров.

Многофункциональные рабочие параметры козлового крана способствуют использованию агрегатов для различных назначений.

Поиск оптимального конструкторского решения проектируемых машин осуществляется путём сравнения различных вариантов элементов, узлов, систем и машин в целом. Процесс создания оптимальной конструкции, как правило, трудоёмок и нередко субъективен, что иногда приводит к появлению машин (узов) с невысокими качественными показателями [2, стр. 17].

Рассмотрим конкретную производственную задачу. Требуется найти количество деталей для трёх козловых кранов предприятия грузоподъёмностью 10, 20 и 40 тонн. Устройство козлового крана показано на рисунке 1. Составим балансовую модель, где:

- A1 - кран г/п 10 тонн;
A2 - кран г/п 20 тонн;
A3 - кран г/п 40 тонн;
B1 – опорная нога 1;
B2 – опорная нога 2;
B3 – кабина;
B4 – галерея обслуживания;
B5 – пролётная балка;
C1 – токоподвод;

- C2 – приводы;
C3 – кабельный провод;
C4 – ходовое колесо;
B6 – электрический двигатель для крана г/п 10 тонн;
B7 – электрический двигатель для крана г/п 20 тонн;
B8 – электрический двигатель для крана г/п 40 тонн.

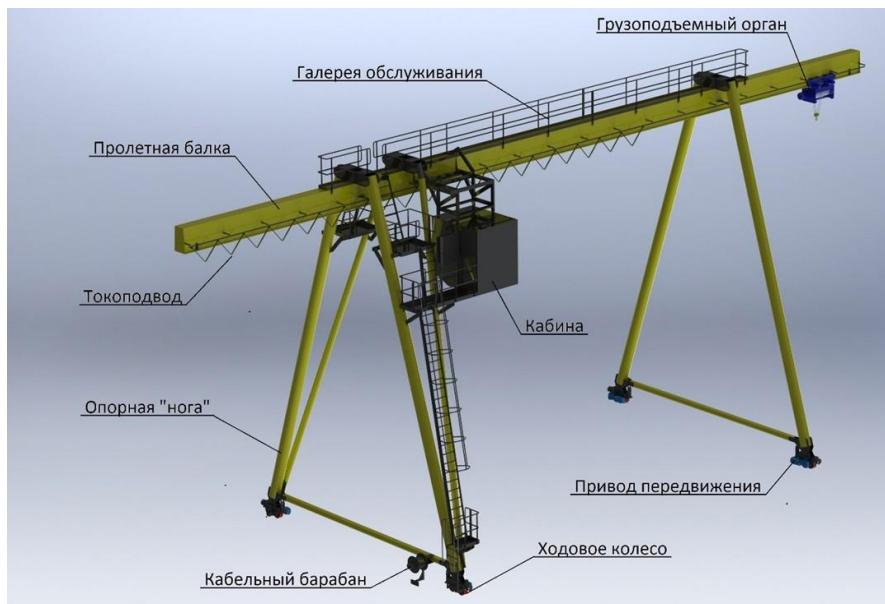


Рисунок 1 - Устройство однобалочного козлового крана

Исследуем применение балансовых моделей. Составим диаграмму Гозинта. Она приведена на рисунке 2.

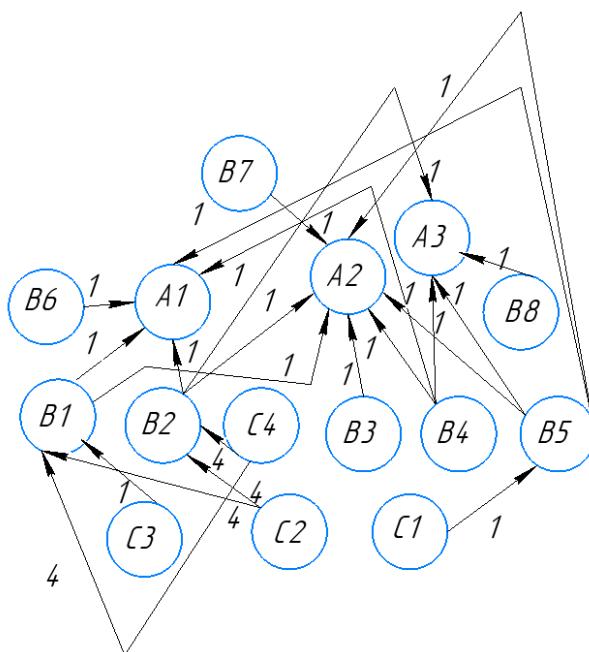


Рисунок 2 - Граф (диаграмма Гозинта)

Поскольку MatLAB ориентирован на работу с векторами и матрицами, математические выражения могут состоять из массивов чисел, образующих матрицы [3, стр. 3].

Диаграмму Гозинта представим в виде матрицы прямых потребностей. Операции над матрицами также должны производиться в соответствии с правилами матричного исчисления. Размерность матрицы соответствует числу элементов, которые изображены на диаграмме. На диаграмме указано число элементов крана, необходимых для сборки. Эти числа внесены в матрицу по строкам и столбцам.

Таблица 1 - Матрица прямых потребностей.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Эл.	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	B6	B7	B8

Решение рассмотрим в MATLAB.

% Матрица прямых потребностей

```
A = [0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;  
      0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;  
      0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;  
      1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;  
      1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;  
      1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;  
      1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;  
      1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;  
      0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0;  
      0 0 0 4 4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;  
      0 0 0 4 4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;  
      0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;  
      1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;  
      0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;  
      0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]
```

%Матрица полных потребностей

```
B = inv(eye(15)-A);
```

% Вектор плана

```
p1 = [1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]';  
p2 = [0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]';  
p3 = [0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]';  
p4 = [1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]';
```

% Решение

$x_1 = B^*p_1;$

$x_2 = B^*p_2;$

$x_3 = B^*p_3;$

$x_4 = B^*p_4;$

[$x_1 \ x_2 \ x_3 \ x_4$]

1 0 0 1 кран г/п 10 тонн

0 1 0 1 кран г/п 20 тонн

0 0 1 1 кран г/п 40 тонн

1 1 1 3 опорная нога 1

1 1 1 3 опорная нога 2

1 1 1 3 кабина

1 1 1 3 галерея обслуживания

1 1 1 3 пролётная балка

1 1 1 3 токоподвод

8 8 8 24 приводы

8 8 8 24 кабельный барабан

0 1 0 1 колесо

1 0 0 1 электрический двигатель для крана г/п 10 тонн

0 1 0 1 электрический двигатель для крана г/п 20 тонн

0 0 1 1 электрический двигатель для крана г/п 40 тонн

На конкретном примере можно убедиться в эффективности применения балансовых моделей. Модель применима для решения задач в производственной деятельности. Моделирование технологических процессов с применением современных вычислительных сред позволяет на высоком уровне управлять производством с учётом воздействия многочисленных внешних факторов.

Список используемой литературы:

1. Пупков К. А., Коньков В. Г. Интеллектуальные системы (Исследование и создание) / Пупков К. А., Коньков В. Г. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. - 345 с.
2. Гаранин Н.П., Брауде В.И., Артемьев П.П.; Под ред. Н. П. Гаранина. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Транспорт, 1991. - 319 с.

3. Глушенко В.В., Сахаров В.В., Сумеркин Ю.В. Моделирование и оптимизация динамических систем, и электрических цепей в среде MatLAB. СПб.: СПГУВК, 1998. - 297с.