

УДК 622.647.2

## НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ (САПР) КОНВЕЙЕРНОГО ТРАНСПОРТА

В.Ю. Максютенко, Р.В. Кирия

Институт геотехнической механики НАН Украины

Розглянуті наукові проблеми розробки системи автоматизованого проектування конвейерних ліній за допомогою ЕОМ. На основі системного підходу розроблена структурна схема процесу проектування конвейерних ліній з виділенням основних оптимальних проектних процедур. Дан аналіз критеріїв оптимального проектування конвейерів.

Повышение эффективности добычи полезных ископаемых, комплексная механизация и автоматизация процессов оказывают определяющее влияние на развитие средств горного транспорта и его параметров.

Направление исследований в этой области в значительной мере обусловлено новой ситуацией, сложившейся в горнорудной промышленности, требующей создания энергосберегающих, экологически чистых технологий, разработки соответствующего оборудования высокого технического уровня.

Новые требования к техническому уровню связаны с необходимостью повышения надежности и эффективности применения горного оборудования. Комплексное решение вопросов создания совершенных машин базируется на использовании кибернетики и компьютерных технологий как в проектировании, так и в управлении и эксплуатации [1].

Применение ЭВМ в процессе проектирования открывает возможность автоматизировать процесс проектирования и существенно повысить качество проектных решений.

Однако применение ЭВМ только для автоматизированных расчетов существенно не сократило сроки создания новой техники, а также не улучшило качество проектирования. Это связано с тем, что методы проектирования при этом практически не изменились.

Опыт эксплуатации конвейеров и конвейерных линий показал, что их низкий технический уровень связан, прежде всего, с большими энергозатратами на транспортирование груза, а так же с большими затратами на эксплуатацию и ремонт. Это объясняется тем, что при проектировании ленточных конвейеров и конвейерных линий на стадии принятия технического решения и эскизного проекта отсутствуют научно обоснованные методы выбора оптимальных технических решений. Ошибки при проектировании на этих стадиях обнаруживаются лишь при эксплуатации и практически не поддаются исправлению.

Из-за различных горнотехнических и климатических условий каждый проект конвейера и конвейерной линии является уникальным. Следовательно, существенно повысить качество проектирования ленточных конвейеров и конвейерных линий можно за счет разработки оптимальных проектных процедур на стадии принятия технических решений и эскизного проектирования. Поэтому разработка научно обоснованных методов оптимального проектирования, которые являются базой САПР ленточных конвейеров, является первоочередной задачей на пути качественного повышения уровня проектирования.

Формализация процесса проектирования на стадиях принятия технического решения и эскизного проекта в виде оптимальных проектных процедур требует применения в проектировании методов системного анализа [2].

Системный подход дает возможность рационально разбить задачу проектирования на части и принять оптимальное решение.

При проектировании сложных систем используют ряд принципов, позволяющих сократить процесс проектирования и повысить его качество. К этим принципам относятся: иерархичность; декомпозиция; многоэтапность; итерационность; типизация; унификация [3].

Конвейерные линии представляют собой сложную систему, при проектировании которой применим блочно-иерархический подход. На рис. 1 приведена структурная схема конвейерной линии, полученная на основе блочно-иерархического подхода с выделением четырех иерархических уровней.

На 1-ом (верхнем) уровне представлена конвейерная линия как сложная система, элементами которой являются ленточные конвейеры, и перегрузочные устройства, передающие транспортируемый груз с одного конвейера на другой. Они, в свою очередь, представляют собой сложные системы 2-го иерархического уровня, а их элементы (узлы конвейеров и перегрузочных устройств) находятся на 3-ем уровне. При этом элементами ленточных конвейеров являются: став; лента; приводная станция; электрооборудование; система контроля и управления; вспомогательное оборудование. К 4-ому уровню относятся составляющие этих узлов, большинство которых разрабатываются на стадии технического проекта.

Процесс проектирования конвейерной линии представляет собой сложный многостадийный процесс разработки и постепенного уточнения проекта. Он разбивается на стадии предпроектных исследований, технического задания и технического предложения, эскизного, технического, рабочего проектов, испытание и внедрение [4]. Стадии в свою очередь разбиваются на этапы, которые, в свою очередь, состоят из проектных процедур. Проектная процедура - это часть этапа проектирования, выполнение которой заканчивается проектным решением [3].

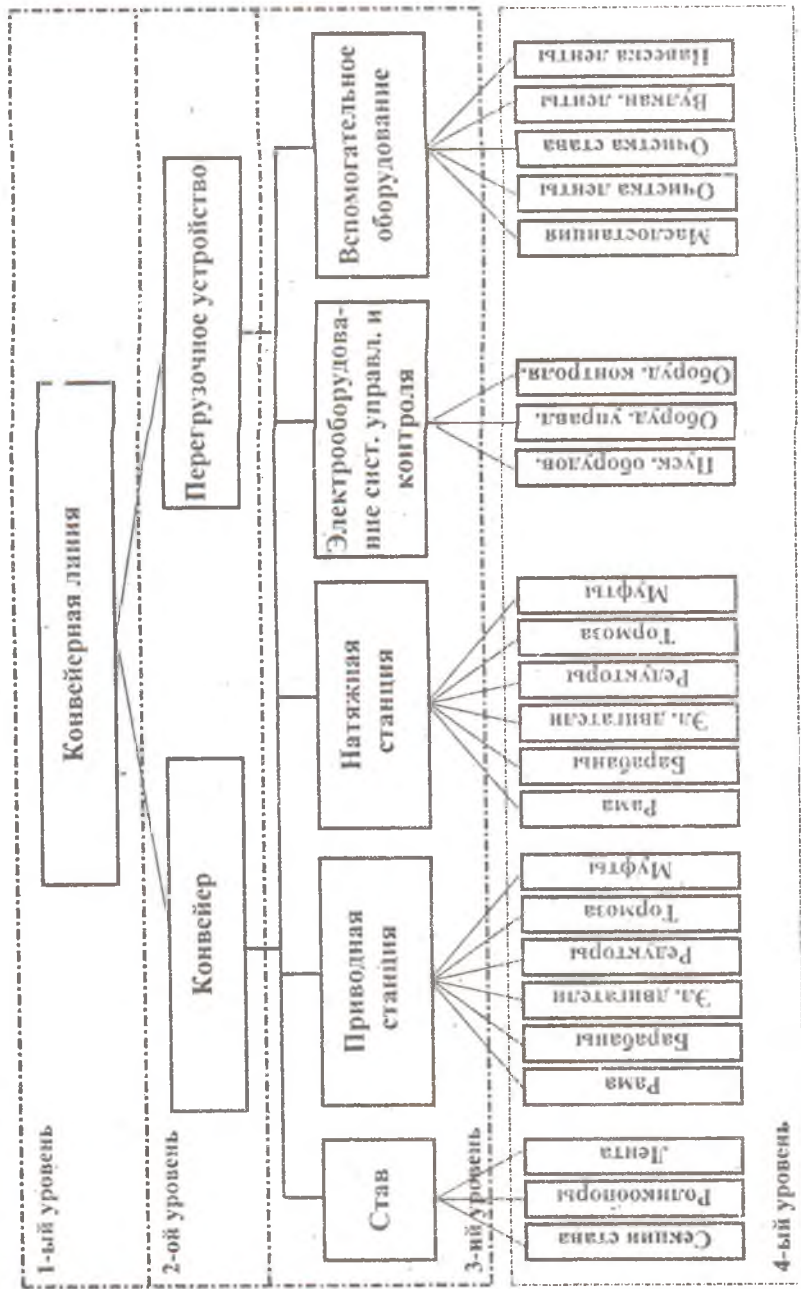


Рис. 1. Структурная схема конвейерной линии

На рис. 2 представлена структурная схема процесса проектирования конвейерной линии, разработанная на основе ее структурной схемы (рис. 1).

В этой схеме выделены пять процедур оптимального проектирования, формализация которых является научной базой САПР ленточных конвейеров и конвейерных линий. К этим процедурам относятся:

Э1 - процедура оптимального проектирования конвейерной линии;

Э2 - процедура оптимального проектирования става конвейера;

Э3 - процедура оптимального проектирования привода;

Э4 - процедура оптимального проектирования пусковых режимов конвейера;

Э5 - процедура оптимального проектирования перегрузочных узлов ленточных конвейеров.

Процедура оптимального проектирования конвейерной линии выполняется на стадии принятия технического предложения, а все остальные выполняются на стадии эскизного проектирования.

Каждая процедура оптимального проектирования состоит из задач синтеза, анализа и принятия технического решения [3].

В задаче синтеза по заданным свойствам системы и исходным данным определяют ее структуру и значение структурных параметров. Если по заданным свойствам системы определяют лишь ее структуру, то синтез называется структурным. Если же при этом определяют значения структурных параметров при оптимизации определенных критериев, то синтез называется параметрическим.

Чаще структурный синтез выполняется на стадии принятия технического решения, а параметрический - на стадии эскизного проектирования.

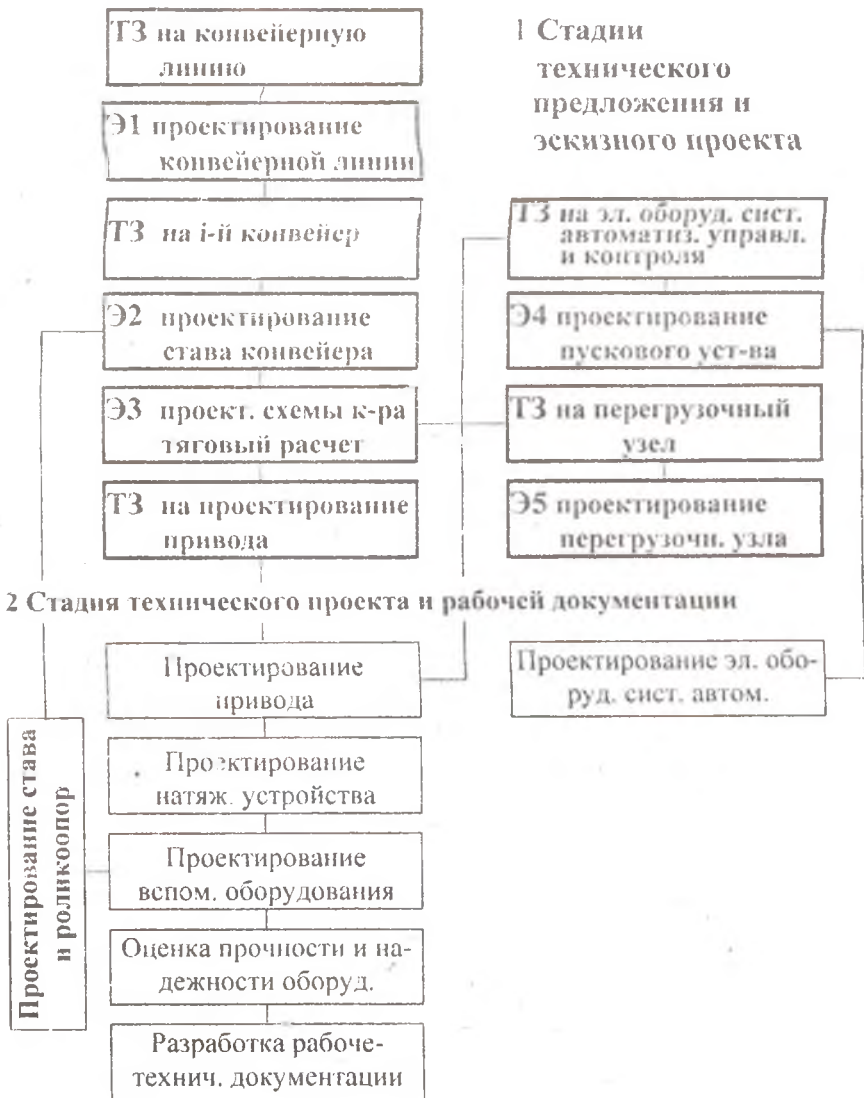


Рис. 2. Структурная схема процесса проектирования конвейерной линии

В задаче анализа по заданной структуре и значениям структурных параметров системы изучаются ее свойства и процессы, происходящие при ее функционировании.

В результате решения задачи анализа создается адекватная математическая модель, описывающая процессы, происходящие в проектируемой системе.

В задаче выбора технического решения из возможных работоспособных вариантов проекта выбирается лучший (оптимальный).

Формально задачу выбора технического решения или оптимизацию можно сформулировать следующим образом.

По заданной области варьируемых параметров (управляемые параметры, определяющие вариант проекта) найти такие, при которых удовлетворяются условия работоспособности (ограничения), а так же критерии (показатель эффективности) принимали оптимальные значения [3].

Показатели эффективности - это такие параметры изделия, которые являются количественной оценкой соответствия его целевому назначению [5].

Для конвейеров и конвейерных линий основными показателями эффективности являются: производительность; энергоемкость; материалоемкость; надежность; себестоимость транспортирования; приведенные удельные затраты [6].

Для става ленточного конвейера, кроме энергоемкости транспортирования и материалоемкости, показателями эффективности являются: сопротивление движению; коэффициент динамичности; живучесть става; прочность и устойчивость ленты [7].

Для привода ленточного конвейера основными показателями эффективности являются: максимальное натяжение ленты; запас сцепления ленты при взаимодействии с барабаном конвейера; надежность; металлоемкость; коэффициент



полезного действия привода; косинус  $\varphi$  двигателя и время пуска; коэффициент динамичности при пуске [7].

К показателям эффективности перегрузочных узлов ленточных конвейеров относятся: пропускная способность; степень несовпадения скорости ленты и скорости груза в момент падения его на ленту конвейера; прочность и надежность; габаритные размеры [8].

При проектировании ленточных конвейеров, в зависимости от стадии проектирования и задач, выполняемых в проектных процедурах, вышеописанные показатели эффективности могут выступать как критерии эффективности и оптимизации при принятии тех или иных технических решений.

На стадии принятия технического решения при проектировании конвейерной линии за критерии эффективности принимаются надежность и себестоимость транспортирования.

При проектировании привода ленточных конвейеров на стадии эскизного проекта критериями оптимального проектирования принимаются максимальное натяжение ленты и запас сцепления при взаимодействии ленты с барабаном конвейера. На этой стадии проектирования для выбора пусковой характеристики за критерии оптимизации принимаются время пуска и коэффициент динамичности.

Надежность, металлоемкость и к.п.д. привода могут быть критериями оптимизации при проектировании привода на стадии технического проекта.

При проектировании става конвейера на стадии эскизного проекта за критерии оптимизации принимаются ширина ленты, сила сопротивления движению груза и коэффициент динамичности. Прочность, надежность и металлоемкость обычно принимаются за показатели оптимизации на стадии технического проектирования става ленточного конвейера.

Для перегрузочных узлов применение того или иного показателя эффективности в качестве критерия оптимизации



зависит от конструкции перегрузочного устройства и принципа его действия. Однако, на стадии разработки эскизного проекта общими для всех конструкций перегрузочных устройств критериями оптимального проектирования являются:

пропускная способность; степень несовпадения скорости ленты и скорости груза в момент падения его на ленту конвейера. На стадии рабочего проектирования перегрузочных узлов критериями оптимального проектирования являются показатели надежности, прочности и максимальные габаритные размеры.

Следовательно, основными научными проблемами создания САПР конвейеров и конвейерных линий являются задачи разработки оптимальных проектных процедур на стадиях принятия технического решения и эскизного проекта при проектировании схемы конвейерной линии, става, привода и перегрузочных узлов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Научные проблемы машиностроения. Отв. ред. Фролов К.В.-М.:Наука., 1988.-310с.
2. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа.-М.: Наука, 1981.-388с.
3. Норенков И.П. Введение в автоматизированное проектирование технических устройств и систем.-М.: Высшая школа, 1986.-304с.
4. Биков В.П. Методическое обеспечение САПР в машиностроении.-Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1989.-255с.
5. Надежность и эффективность в технике: Справочник, т.3. Под ред. В.Ф. Уткина и др. -М.: Машиностроение, 1988.-328с.
6. Ленточные конвейеры в горной промышленности. Под редакцией А.О. Спиваковского.-М.: Недра, 1982.-349с.
7. Кузнецов Б.А. и др. Транспорт на горных предприятиях.-М.: Недра, 1969.-655с.
8. Новиков Е.Е., Смирнов В.К. Теория ленточных конвейеров для крупнокусковых горных пород.-Киев: Наукова думка, 1983.-184с.