

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ

Тулеугалиева Г.Б., к.т.н., Альменов Б.К.

*Бұл мақалада таспалы конвейерлердің даму бағытын ескере отырып, оларға анализ жасап, негізгі параметрлерін сұрыптауды және тиімдеуді қарастырды.*

*В этой статье рассмотрены перспективы развития ленточных конвейеров, провели анализ информации классификации и оптимизации параметров ленточных конвейеров.*

Развитие научно-технического прогресса ставит перед научно-исследовательскими, проектно-конструкторскими организациями и заводами-изготовителями, занимающимися разработкой и выпуском ленточных конвейеров задачу создания с наименьшими затратами высокоэффективных, надежных в эксплуатации транспортирующих машин. Это требует проведения всесторонних теоретических и экспериментальных исследований и на их основе – определения перспектив развития и дальнейшего совершенствования методов расчета конвейерных установок. В настоящее время накоплен достаточный опыт конструирования и выпуска ленточных конвейеров, который до сих пор не систематизирован и не изучен.

Для установления перспектив развития параметров ленточных конвейеров необходимо провести анализ и обобщение опыта исследования, конструирования, выпуска ленточных конвейеров с целью установления национальных и интернациональных тенденции в этой области машиностроения [1].

Поставленную задачу можно решить в следующей последовательности:

- установление основных тенденции развития ленточных конвейеров;
- систематизация информации о научных исследованиях, конструировании и выпуске ленточных конвейеров;
- выбор методов математического абстрагирования и анализа полученной информации;
- установление критериев по оценке важности сопоставимых параметров ленточных конвейеров;
- разработка методики прогнозной оценки различных моделей ленточных конвейеров;
- выявление перспективных конструктивных решений в области ленточных конвейеров;
- выявление главных и эффективных направлений научных исследований в области ленточных конвейеров;
- анализ и прогнозная оценка конструкций ленточных конвейеров, применяемых в настоящее время, с целью установления их соответствия мировым тенденциям.

Анализ всей информации (статистической и патентной) показывает наглядно перспективу развития ленточных конвейеров.

До сих пор исследователи при прогнозировании параметров конвейеров, практически пользовались методами:

- 1) или статистической экстраполяции (регрессионный анализ);
- 2) или анализом патентной информации (количественный анализ с целью изучения динамики патентования во времени и качественный анализ с целью выявления совершенства отдельных патентов).

Комплексная методика получения прогнозной оценки параметров и конструкции конвейеров на основе совместного анализа информации патентного массива апробирована на примере определения перспектив развития ленточных конвейеров и носит универсальный характер.

Вся работа проводится в следующем порядке:

- качественный анализ состояния конвейеростроения на основе изучения и систематизации технико-экономических показателей машин: производительности, длины перемещения, ширины ленты, скорости перемещения груза и т.д.;

- сбор, систематизация, оценка исходной статистической информации, необходимой для прогнозной оценки конструкций машин.

Поэтому одной из форм информации явились технические характеристики машин, которые выражают результаты конструкторских разработок, как в количественной, так и в качественной форме, в процессе эксплуатации машин.

Достоверность результатов при регрессионном анализе во многом зависит от правильности отбора параметров, поэтому к ним предъявляются определенные требования:

- репрезентативность, т.е. достаточное количество данных для удовлетворительного их анализа;

- подобие рассматриваемых групп ленточных конвейеров;

- однородность, т.е. монотонно возрастающий или убывающий характер исходных параметров;

- однородность создания конвейеров;

- нормализованность, т.е. систематизация единиц измерения параметров по системе СИ;

- изучение вероятностных форм для выражения стохастических связей между параметрами машин. Аппроксимация взаимозависимых коррелированных параметров уравнений регрессии.

Анализ полей корреляции и зон дисперсии параметров с целью установления диапазона изменения фактических значений параметров от среднеоптимальных. На базе построения сложившегося тренда отдельных параметров машин в прошлом (ретроспективный анализ) и экстраполяции этого тренда (квадратичная, S-образная, экспоненциальная, логистическая кривая и т.д.) на будущее.

При этом здесь решаются две группы задач:

- 1) статистическая (анализ связи между параметрами без учета фактора времени) и;

2) динамическая (анализ изменения основных параметров на будущее в зависимости от фактора времени).

Выбор базовых параметров машин, на основании которых производится отбор исследуемых машин из генеральной совокупности, куда впоследствии с помощью коэффициентов сравнимости войдут и другие машины с различными параметрами.

По количественным сопоставимым параметрам для сравнения моделей машин составляется параметрическая модель для выбранной совокупности машин.

Анализируя ряды распределения количественных параметров для выбранной совокупности, устанавливаются модальные интервалы сопоставимых параметров для исследуемой совокупности конвейеров.

С помощью знаков, оценивающих расположение сопоставимых параметров конкретной модели относительно модального интервала, составляется двумерная матрица.

По вертикальным столбцам матрицы определяется степень значимости сопоставимых параметров (по частоте параметров, равных или лучше модальных), по горизонтальным – предварительно определяется степень совершенства конструкций моделей машин (по числу параметров, равных или лучше модального).

Выбор наиболее перспективных из существующих моделей ленточных конвейеров (краткосрочное прогнозирование) по методу обобщенных числовых критериев технического уровня (отношение конкретного значения параметра к модальному или эталонному значению);

- Уточнение параметрической модели объекта прогноза методами экспертных оценок. В результате весомость сопоставимых параметров уточняется анкетным опросом, куда включается 6 количественных и 5 качественных параметров машин.

Суть метода заключается в анкетировании экспертов по одной из проблем в несколько туров, что дает возможность каждый раз уточнять предыдущие ответы специалистов путем обратной связи. При этом не исключаются прямые дебаты между специалистами, что позволяет им взвешивать свои суждения с учетом ответов своих коллег и дополнительной информации.

При этом исключаются открытые дискуссии экспертов, уменьшая тем самым влияние психологических факторов, что устраняет поспешные ответы, предвзятое мнение.

В случае, когда эксперты не могут ответить на поставленные вопросы в количественной форме, производится ранжирование по убыванию важности решаемых задач и результаты обрабатываются методом ранговой корреляции.

Метод ранговой корреляции позволяет установить степень согласованности экспертов, достоверность полученных результатов в вероятностной форме;

- определяются типы машин с перспективными конструктивными узлами на основе морфологической классификации и анализа патентной информации, при этом решаются две задачи: количественный и качественный анализ [1].

При количественном анализе изучается динамика патентования в функции времени. Для чего собираются мировые патенты и с помощью информационно-поискового языка в виде системы морфологических матриц подразделяются они по различным техническим направлениям и строится динамика патентования, аппроксимируемая экспоненциальными функциями;

- установление степени значимости (коэффициента полноты) и категории перспективности отдельных патентных решений (качественный анализ).

Качественный анализ не учитывает значимость патентов с точки зрения их влияния на улучшение основных параметров будущих машин, поэтому он применим при достаточно больших выборках патентов.

Качественный анализ позволяет определить уровень разработки каждого патента в отдельности с помощью коэффициента полноты изобретения единичного патента (критерии 1), определяемого генеральной определительной таблицей.

Затем строится динамика патентования по приведенным числам патентов (критерии 2).

Окончательно определяется уровень развития техники в перспективе по обобщенному коэффициенту полноты (критерии 3).

В результате производится отбор наиболее перспективных патентных решений для внедрения в народное хозяйство страны;

- верификация результатов прогнозирования методами вероятностного физического моделирования, основанная на совместном анализе статистических параметров и патентной информации.

Известно, что создание физической модели традиционными методами отражает опыт лишь единичной модели машины, в связи с этим моделирование групп подобных машин для обобщения их опыта проектирования и изготовления нами рассматривалось в вероятностной форме, т.к. результаты прогноза также получены из анализа группы подобных машин.

Анализ методов прогнозирования показал, что для установления технического уровня в конвейеростроении необходима комплексная методика определения перспектив развития машин.

Параметрический анализ ленточных конвейеров на основе законов теории подобия в дальнейшем может быть использован для объективной оценки перспектив развития основных параметров и конструкций этих установок.

Наиболее перспективным направлением в области совершенствования конструкций ленточных конвейеров является использование на предприятиях установок с переменным шагом роликкоопор и постоянным провесом ленты.

Большое распространение ленточные конвейеры получили благодаря возможности получения высокой производительности, большой длине транспортирования, простоты конструкции и эксплуатации, высокой надежности работы.

Производительность ленточных конвейеров возрастает с увеличением ширины ленты, величина которой достигает в отечественном производстве 3м, а в зарубежном - 3,3м. В перспективе она увеличивается до 3,6м. Для сохранения длины конвейера одновременно с увеличением ширины ленты повышают ее прочность. В настоящее время на карьерах Германии применяют резинотросовую ленту прочностью 54,0-63,0кН/см и проектируется лента прочностью 100,0кН/см. Однако скорость движения ленты не должна превышать 6,0-6,5м/с и 9,0-10,0м/с соответственно в конвейерах с жесткими и гибкими роlikоопорами. С улучшением конструкции роlikоопор, скорость движения ленты возрастает.

В настоящее время основные конструктивные узлы ленточных конвейеров совершенствуются по следующим направлениям:

В приводе – для снижения динамических нагрузок в ленте предусмотрена плавность разгона, благодаря применению в качестве пусковых устройств турбомуфт. Они в отличие от реостатов со ступенями активных сопротивлений позволяют получить бесступенчатое нарастание скорости ленты и при необходимости растянуть пуск конвейера во времени. Широко применяется тиристорный привод.

С целью обеспечения равномерной загрузки приводных агрегатов двух- и многобарабанных приводов конвейеров вводится регулирование скорости вращения приводных барабанов.

Для снижения износа лент разрабатываются способы регулирования скорости движения ленты конвейера, в зависимости от фактического грузопотока.

Для исключения пробуксовки ленты на приводных барабанах повышается сцепление ленты с барабанами с помощью футеровочных материалов с высокими фрикционными свойствами; применяются дополнительные барабаны, прижимаемые к ленте с помощью гидросистемы на время пуска конвейера, и автоматические натяжные устройства, повышающие предварительное натяжение ленты на период пуска или регулирующие натяжение в зависимости от режима работы конвейера.

Одним из главных элементов ленточного конвейера является лента, стоимость которой обычно составляет 40-50% стоимости конвейера. Срок службы конвейерных лент зависит от характера транспортируемого материала, гранометрического состава, деформативности роlikоопор, пункта загрузки, конструкции линейного става, длины конвейера, от конструкции самой ленты и т.д.

Режимы работы конвейеров и классы их использования можно определить следующими показателями: эксплуатационным и проектным временем работы конвейера; фактическим и возможным использованием

конвейера по производительности и его тягового элемента по натяжению; характеристикой производственных условий и окружающей среды.

Анализ литературы по конвейеростроению, а также изучение взаимосвязи между параметрами ленточных конвейера имеют три параметра, которые являются определяющими для остальных технических характеристик: ширина ленты  $B$ , мм (значения ее регламентированы ГОСТом 20-76); угол наклона конвейера  $\beta$ , град; объемная масса транспортируемого груза  $\gamma$ , т/м<sup>3</sup>.

Однако эти базовые параметры не позволят в полной мере проанализировать технико-экономические характеристики ленточных конвейеров, т.к. основными параметрами также являются производительность  $Q$ ; длина установки  $L$ ; мощность привода  $N$ ; разрывная прочность ленты  $P_p$  и т.д., имеющих большой диапазон разброса на полях корреляции.

Поэтому для объективной оценки качества машин необходимо изучение взаимосвязей между многими параметрами и динамики их развития с целью нахождения научно обоснованной системы оценок их совершенства в настоящем и перспективы развития в будущем.

С целью обеспечения однородности основных параметров ленточных конвейеров при оптимальном варианте классификации групп машин и объективном регрессионном анализе нами использовались поля корреляций.

Процесс группирования области распределения технических параметров на полях корреляции показывает, что параметры подобных ленточных конвейеров лежат в определенном диапазоне.

Если в группе подобных машин оказались неподобные установки, то поля корреляции их автоматически выявляют, т.к. параметры этих машин будут выделены от совокупности точек на поле корреляции.

Анализ информации о классификации ленточных конвейеров по конструктивным признакам с построением полей корреляции позволил предложить оптимальный вариант классификации ленточных конвейеров.

Полученные результаты параметрического анализа ленточных конвейеров, соответствующие законам теории подобия, как по конструктивному признаку, так и по признакам подобия их параметров, в дальнейшем перегруппировались на подобные группы по назначению, форме ленте, ввиду транспортируемого материала, конструктивным признакам [2].

В свою очередь, ленточные конвейеры по назначению бывают: общего назначения, для подземных разработок, для открытых разработок.

По виду транспортируемого материала ленточные конвейеры, предназначенные для подземных разработок, разделены на установки для угля ( $\gamma = 0,7 - 1,3 \text{ т/м}^3$ ) и руды ( $\gamma = 2,0 - 3,0 \text{ т/м}^3$ ), для открытых разработок – для угля ( $\gamma = 0,7 - 1,3 \text{ т/м}^3$ ), мягких и вскрышных пород ( $\gamma = 1,2 - 1,8 \text{ т/м}^3$ ), скальных и полускальных пород ( $\gamma = 2,0 - 3,0 \text{ т/м}^3$ ).

Параметры ленточных конвейеров, наложенные на поля корреляции, указывают также и на подобность по конструктивным признакам:

- легкие, нормальные, тяжелые и сверхтяжелые – для конвейеров общего назначения;

- штрековые или магистральные (с углом наклона к горизонту  $(\beta = -3^{\circ} \div 6^{\circ})$ ), уклонные  $(\beta = 6^{\circ} \div 18^{\circ})$ , бремсберговые  $(\beta = -3^{\circ} \div -18^{\circ})$  и телескопические – для конвейеров подземных разработок;

- забойные, передаточные, магистральные и отвальные – для ленточных конвейеров открытых разработок.

В результате мы провели анализ и оптимизацию параметров ленточных конвейеров на основании законов теории подобия, который позволит в дальнейшем дать объективную оценку перспектив развития основных параметров и конструкции этих установок при статистическом и патентном анализе.

### **Литература:**

1. С.Джиенкулов, М.С.Саргужин Расчеты перспективных ленточных конвейеров. – Алматы, 1994. с.18-25.
2. Тулеугалиева Г.Б. Особенности эксплуатации ленточных конвейеров и их перегрузочных устройств. - Алматы: // «Поиск» // Вестник Высшей школы Казахстана Министерства образования РК, 2004, №4. – с. 180-184.